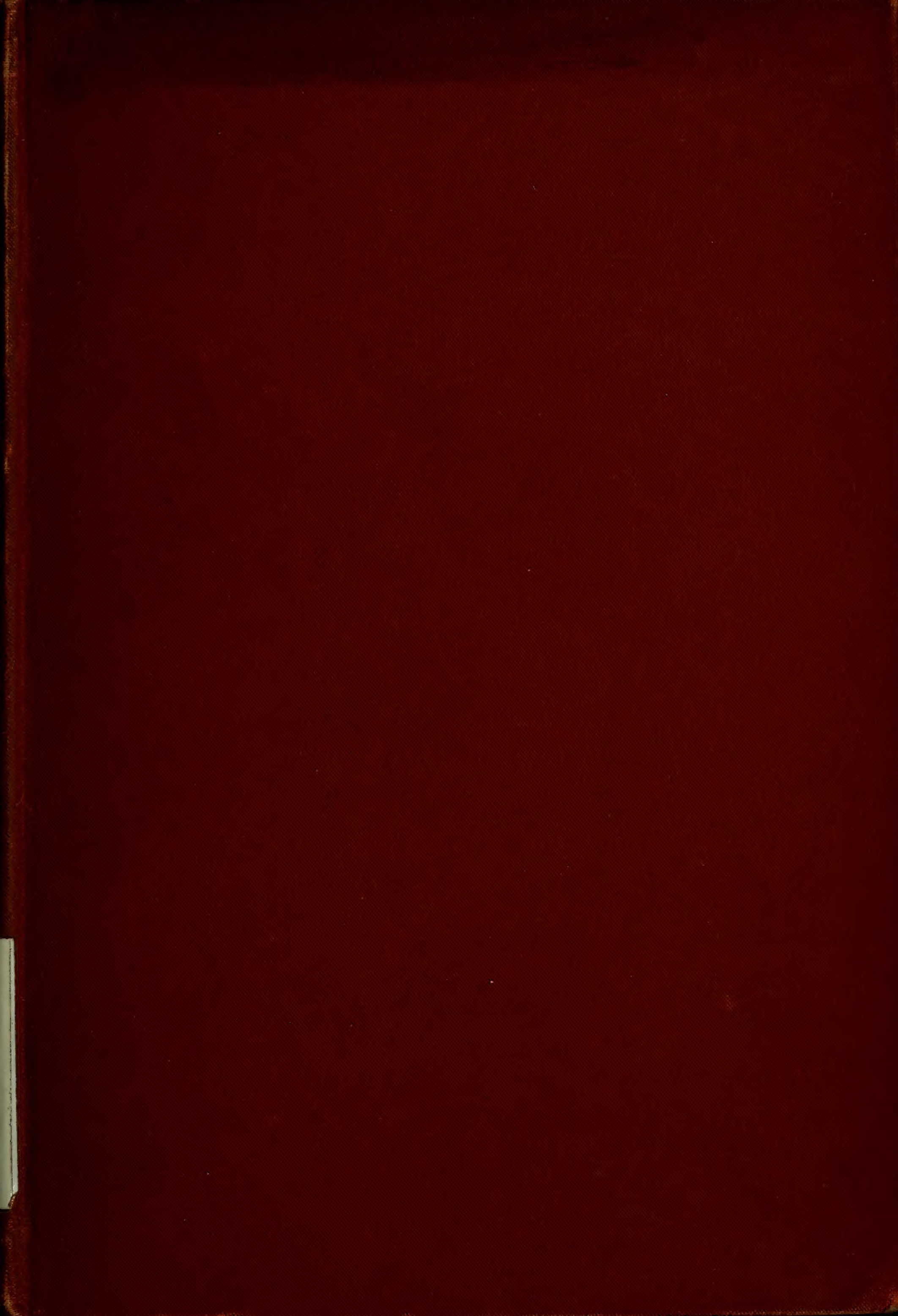
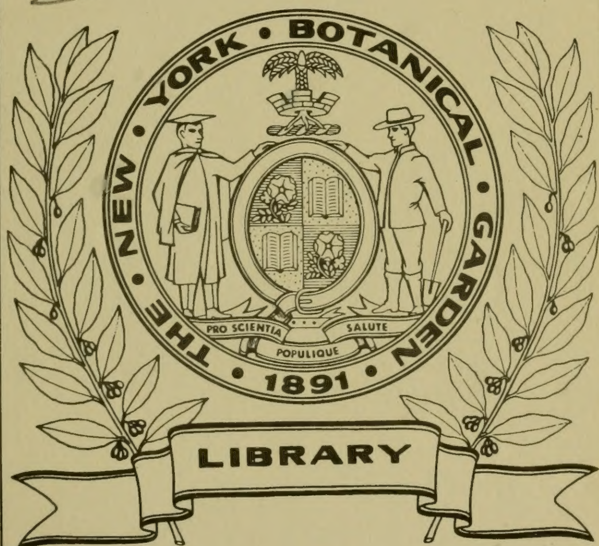



THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
1891
LIBRARY

Botanische Briefe



In der Buchhandlung von

Carl Gerold & Sohn in Wien

ist zu haben:

Dietl, Ferd. Adolf, Taschenbuch zur leichten und schnellen Namensbestimmung sämmtlicher im Kronlande Steiermark kultivirten Rebensorten, nebst erschöpfender Nachweisung über jede ein: lne Sorte, mit Benützung der besten Werke des In- und Auslandes und eigner 10jährigen Beobachtungen und Erfahrungen. Mit 4 Ste... tafeln. 8. 1850. geh. 1 fl. - 0 Ngr.

Dolliner, G., Enumeratio plantarum phanerogamicarum in A... crescentium. 8. maj. 1842. br. 1 fl. 20 kr.

Endlicher, Stephan, Catalogus horti academici Vir... 12. maj. 1834 br. 4 fl. - ...

— — die Medizinal-Pflanzen der österreichischen ... Handbuch für Aerzte und Apotheker. gr. 8. 1842. br. 5 fl. - ...

— — und Franz **Unger,** Grundzüge der Botanik. 5 fl. ...

Höss, Fr., gemeinfassliche Anleitung, die Bäume und Strä... aus den Blättern zu erkennen. Zum Selbstunterrichte ... Mit 10 Kupfertafeln. 16. 1830. geb. 2 fl. 30 kr. — Rth.

— — das Nöthigste über den innern Bau der Organe und ... tigere Verrichtungen in Holzgewächsen. gr. 8. 1833. 30 kr. — 0

Linnaei, Caroli, epistolae ad Nicolaum Josephum Jacqui... ex au... edidit Car. Nic. Jos. Eques a Schreibers C. F. Prae... us est adjecit Stephanus Endlicher. 8. maj. 1841. br. 1 fl. 48 kr — Rt...

Lindley, John, Theorie der Gärtnerei, oder Versuch, di... Verrichtungen in der Gärtnerei nach physiolog. Grundsätzen ... e klären. Aus dem Englischen übersetzt von C. G. Mit einer Vorred... Anmerkungen und einem Anhange versehen von einigen Freunde... der Hortikultur. 2. Aufl. gr. 8. 1847. br. 2 fl. 40 kr. — 2 Rtl.

Paradisus Vindobonensis. Auswahl von seltenen und schönblühenden Pflanzen der Wiener Gärten und verschiedenen andern interessanten Naturgegenständen in naturgetreuen Abbildungen von A. Hurtiger, erläutert von St. Endlicher und Ed. Fenzl. 1. Band mit 60 colorirten Kupfertafeln. Imp.-Fol. 1847. 80 Rth.
2. Band. 1.—4. Heft à 4 Rth.

Botanische Briefe



Botanische Briefe.

Von

Dr. F. UNGER.

WIEN.

Verlag von Carl Gerold & Sohn.

1852.

Druck von Carl Gerold & Sohn.

An

meinen Freund S. L.

in Z.

Lieber Freund!

Auch im geistigen Leben herrschen, wenn ich auch nicht sagen will — Instinkte, wenigstens Nöthigungen, denen man sich vergeblich zu entschlagen sucht, wenn ihre Reife eingetreten ist.

Eine solche Nöthigung ist es unter andern, die uns von Zeit zu Zeit antreibt, nachdem wir in verschiedenen Richtungen mit unseren Gedanken vorwärts gedrungen, und uns in Einzelheiten verloren haben, wieder umzukehren, und das auf mannigfaltigen Wegen Gewonnene zu sammeln, es zurecht zu legen und uns darüber zu erfreuen.

Dieses Bedürfniss fühlend, bin auch ich wieder einmal von vereinsamten Pfaden der Wissenschaft, die

ich, unbekümmert um das Nebenliegende, verfolgt habe, zurückgekehrt, um zu sehen, wo ich mich eigentlich befinde, und wie weit ich wohl in dieser oder jener Richtung vorgedrungen sein mochte. Das Ergebniss dieser wissenschaftlichen Selbstschau liegt hier vor Dir.

Tausend Dinge haben sich seit einer Reihe von Jahren daran geknüpft, sind damit verwachsen, so dass ich wohl sagen kann, es ist mir dieser mehr durch Zufall als durch Absicht herbeigeführte Erguss nicht blos zu einer Verstandes-, sondern zugleich zu einer Herzensangelegenheit geworden.

Du bist es, lieber Freund, der von manchem meiner erfolgreichen Schritte im Gebiete der Naturwissenschaften Zeuge war, der vielleicht unbewusst dazu meine Kräfte anfeuerte und unterstützte, — Du bist es, ich mag es nicht verhehlen, dem auch meine Irrfahrten nicht unbekannt geblieben sind. An wen andern könnte ich wohl diese Blätter richten, als an Dich, — wer wird sie besser verstehen, milder beurtheilen, als Du?

Ich habe zwar in einer Weise zu Dir gesprochen, die man vielleicht unphilosophisch nennen könnte, und Dir gegenüber am allerwenigsten passend ist; allein da ich an diesem Gespräche auch Andere Theil neh-

men lassen wollte, namentlich solche, die nicht mit dem Zunftnamen eines Botanikers prunken, so habe ich mich einer Ausdrucksweise bedient, die keinem Gebildeten fremd sein wird, und ihn gewisser Massen tändelnd in die Esoterik der Pflanzenkunde einzuführen gesucht.

Wärest Du wie in einer früheren glücklichen Zeit um mich, so hätten wir das, wie es so oft geschehen, in peripatetischer Weise abgethan. Die Entfernung von Dir, und das Bestreben, dieselbe wenigstens für Augenblicke zu nichte zu machen, haben mir die Feder in die Hand gegeben.

Im Schatten traulicher Wälder, zwischen den Blumen der Felder, auf freundlichen Höhen, fluthen die Gedanken und Gefühle anders, als zwischen den beengenden Mauern und im Geräusche zerstreuender Beschäftigungen, daher Du in diesen Briefen manches vermissen wirst, was eine tiefere Fülle und einen höheren Schwung der Gedanken beurkundet. Dass aber auch manches zu leicht berührt, zu aphoristisch behandelt und daher der gemeinsamen Auffassung vielleicht sogar entzogen ist, könnte mir allerdings zum Vorwurfe gereichen, wenn ich überhaupt hierbei die Absicht verrathen hätte, ein Compendium der Pflanzenkunde zu schreiben, als vielmehr eine Skizze dieser

Wissenschaft zu entwerfen, wie sie in diesem Augenblicke vor meinem Geiste schwebt. —

Welche erfreuliche Hoffnungen ich von den Naturwissenschaften überhaupt für die allgemeine Bildung des Menschengeschlechtes hege, mag der abstrakte Denker dem vorzugsweise mit der sogenannten materiellen Seite der Natur Vertrauten zu Gute halten. Dies Bestreben, was ich als eines von der Zeit hervorgerufenes betrachte, verdient jedenfalls Beachtung, ja selbst die Unterstützung des Philosophen.

Auf welchem Wege wir aber immerhin fortschreiten wollen, wird es an Selbsttäuschungen noch lange nicht fehlen, und wenn auch der Naturforscher eher geneigt ist, das Ufer des unbegrenzten Oceans dort zu suchen, wo sich auch nur ein Nebelstreifen zeigt, so hat ja der Philosoph nur zu oft dasselbe Schicksal mit ihm getheilt, wähnend einen festen Ankergrund erfasst zu haben, wohin ihn bloss der Drang seines Schmerzes trieb.

Im Februar 1852.

INHALT.

Seite

ERSTER BRIEF.

BESTIMMUNG DER BOTANIK

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass die Naturwissenschaften sich dermalen vor allen andern auf der Arena intellektueller Fähigkeiten in den Vordergrund drängen und vorzugsweise die Richtung des Weges bezeichnen, den der menschliche Geist in seiner Entwicklung einzuschlagen versucht. Diese Wissenschaften hängen dabei so innig an einander, unterstützen und durchdringen sich so vielfältig, und vergrössern auf solche Weise ihr Kraftmoment so sehr, dass man wahrlich Mühe hat zu zweifeln, sie würden in ihrer Vereinigung und auf der betretenen Bahn nicht eher zu einem erheblichen Resultate gelangen, als es nach anderen Richtungen hin bisher der Fall war.

Die Erforschung der Natur und ihrer Wirksamkeit ist überdies ein so erhabenes Feld geistiger Gymnastik, dass es dem frischen, unverdorbenen Sinne die angemessenste Uebung und die zweckmässigste Vorschule erhöhter Kraftanwendung ist.

Wenn die Menschheit auf ihrem bisherigen Gange der Kultur die Naturwissenschaften mehr abseits liess, oder wo sie dieselben aufnahm mit vielen fremdartigen Elementen durchwebte, so liegt das vielleicht eher in der Hast, womit sie

das Ziel ihres Denkens und Trachtens zu erreichen suchte, als in dem Mangel der Ueberzeugung, dass die Lösung schwierigerer Probleme jener der einfacheren weichen müsse.

Indess haben sogar auch jene Kenntnisse, die sich mit der allereinfachsten Auffassung der Natur nach ihrer körperlichen Seite befassten, dasselbe Loos mit allen übrigen Naturwissenschaften getheilt, so dass man gestehen muss, dieselben seien nicht weniger denn diese als Kinder der jüngsten Zeit zu betrachten.

Mineralogie, Botanik und Zoologie stehen diesfalls ganz auf gleicher Stufe. Was sie sind, sind sie erst in letzterer Zeit geworden. — Möge es mir erlaubt sein die zweite der genannten Wissenschaften, nachdem mehrere andere Naturwissenschaften vor dem grösseren Publikum bereits ihre Vertreter fanden, zu besprechen, sie nach ihrem dermaligen Gehalte etwas näher zu prüfen, und zu zeigen, wie sie sich im Verbande nicht nur ihrer nächsten Stammverwandten, sondern selbst im Kreise aller übrigen Naturwissenschaften ausnimmt. Die Theilnahme, welche man allenthalben der *scientia amabilis* von jeher schenkte, mag es entschuldigen, wenn ich dieselbe — natürlich in ihrem neuesten Sonntagsgewande — vorzuführen mir erlaube.

Wenn man der Bestrebungen gedenkt, welche vorzüglich in den letzten Decennien eine Menge von Naturforschern beseelten, sich über den Umfang und die Ausdehnung des Bereiches der Gewächse, über ihren Gestaltenreichthum, über das organische Getriebe, ja selbst über ihre verschiedenen Schöpfungsphasen Aufklärung zu verschaffen, so kann man den Fortschritt der botanischen Wissenschaft nicht anders als einen

sehr erfolgreichen bezeichnen. Zu diesem günstigen Resultate haben allerdings nicht bloss Botaniker im engeren Sinne des Wortes beigetragen, sondern gewiss eben so viel Physiker, Chemiker, Geognosten, Geologen u. s. w. Von vielen Seiten haben sich nicht bloss neue Fragepunkte herausgestellt, an die man früher gar nicht dachte, sondern sie haben auch theilweise ihre Lösung gefunden, oder dieselbe ist doch wenigstens auf das Zweckmässigste eingeleitet worden. Die bescheidenen Anforderungen, die man ehedem an einen Pflanzenkundigen stellte, haben sich bedeutend erweitert, und die alleinige Bekanntschaft mit der Coiffure, Uniform, Rang und Würde der Nachkommenschaft der fruchtbarsten Göttin Griechenlands, die noch zu Linnée's Zeiten den Schlussstein aller botanischen Erudition bildete, ist bei dem vielfältigen Umbaue dieses wissenschaftlichen Gebäudes eher bei Seite geschafft oder für die fundamentalen Anlagen, und das nur im beschränkten Sinne, benutzt worden.

Das Pflanzengebäude der Neuzeit ist daher nach einem ganz veränderten Plane ausgeführt und hat daher auch eine von der früheren ganz verschiedene Richtung und Bestimmung erhalten.

Wenn auch die Anforderungen an die nominelle Kenntniss der Pflanzen vorläufig dieselben geblieben sind, wenn die Unterscheidung derselben bei dem fort und fort wachsenden Materiale und immerwährend vor sich gehenden Entdeckungen neuer Formen ohne Einhalt fortgeführt und die Enrolirungsregister in gutem Stande erhalten werden müssen, so hat doch diese Beschäftigung seit geraumer Zeit nicht ausschliesslich alle Thätigkeit der Botaniker in Anspruch genom-

men. Durch zweckmässige Vertheilung der Arbeit ist es sogar möglich geworden, dass einige derselben wohl gar daran denken konnten, was es denn mit den Dingen, die man Pflanzen nennt, eigentlich für Bewandtniss habe, worin ihr Leben und Weben bestehe, was sie an die Aussenwelt knüpfe und was endlich ihre Bestimmung im grossen Haushalte der Natur wohl sein dürfte, — Fragen, die weit über den bisherigen Horizont der Botanik lagen.

So wie man sich aber diesen Untersuchungen über die Natur der Pflanzen hingab, war auch der Uebertritt in ein anderes Gebiet von selbst erfolgt. Allein so lange diese Fragen in ihrer Allgemeinheit gestellt blieben, waren die Antworten darauf nicht viel mehr als abstrakte, unsichere Träumereien; erst nachdem man angefangen hat, sie in ihre einzelnen Probleme aufzulösen, das Allgemeine von dem Besonderen zu trennen, konnte ein günstiger Erfolg nicht lange auf sich warten lassen. Diese glückliche Wendung der Botanik gehört erst der jüngsten Zeit an, und der Erfolg ihrer Bestrebungen ist in dem Masse gesichert, als sie eine Physik des Pflanzenorganismus zu werden trachtet.

Wie weit man noch von diesem Ziele entfernt ist, zeigt auch schon die flüchtigste Durchmusterung der botanischen Literatur, in der es zwar nicht an voluminösen Werken, einen ganzen Bibliothekssaal auszutäfeln, dabei aber an einem Büchlein fehlt, in welchem auch nur die gewöhnlichsten Erscheinungen des Pflanzenlebens auf eine einigermassen befriedigende Weise erklärt wären. Was Tausende von Pflanzenfreunden aller Zonen, was Reisende aus den entlegensten Winkeln der Erde an Pflanzenschätzen nicht selten mit Aufopferung ihres

Lebens, in Museen, Pflanzengärten u. s. w. zusammengeschleppt, was der sorgsame Fleiss gesichtet und geordnet, alles das kann immerhin nur als ein Material für eine erst zu unternehmende wissenschaftliche Erforschung betrachtet werden. Nicht anders ist es mit den Erfahrungen, welche die Beschäftigung mit der Kultur der Pflanzen, sei es nach dieser oder jener Richtung, bisher erworben hat. Weder die Landwirthschaft noch die Forstkultur, weder Obstzucht noch Gartenbau ist bis jetzt über die dürftigste Empirie hinausgekommen, und nehmen leider noch Zeit und Kräfte in Anspruch, die einer vortheilhafteren Verwendung fähig wären. Doch warum wundern wir uns hierüber, da wir uns doch eingestanden haben, selbst über die einfachsten Vorgänge im Pflanzenleben noch im Dunkeln zu sein. Seit wann wissen wir denn, und das nur beiläufig, wie sich die Pflanze ernährt, wie sie wächst, sich vermehrt und fortpflanzt? Kennen wir auch nur von einem einzigen Gewächse die schrittweise Veränderung ihrer Form und Beschaffenheit von dem Anfangspunkte ihres Wachsthumes bis zur Vollendung ihrer Dauer? Ist nicht auf diesem grossen Felde wissenschaftlicher Erkenntniss für den Botaniker eben so viel zu thun, als für den Geographen im Innern Afrika's und Australien's?

Doch wir wollen bei dem, was wir vor uns liegen sehen, nicht mit Verachtung nach rückwärts blicken, wir wollen nicht undankbar sein gegen unsere Vorgänger, sondern uns ihrer Vorarbeiten, so mangelhaft sie auch sein mögen, erfreuen, und dabei bedenken, dass wir nur durch dieselben einen sicheren Schritt weiter zu thun im Stande sind. Ohne Zweifel ist schon viel gewonnen in einer unbekannten Gegend

auch nur orientirt zu sein, nicht weniger ist es eine Ersparniss an Zeit und Kraft, dort nicht einen Ausweg versuchen oder erzwingen zu wollen, wo er nicht möglich ist. Alles dies ist bereits geschehen. Wir stehen durch die Gewältigung der Masse auf freiem Boden. Sind wir dabei auch wieder zu dem Punkte zurückgekehrt, von dem wir ausgingen, so ist doch das drückende Gefühl einer unbezwingbaren Macht vorüber, und wir sind nun im Stande mit erneuter Kraft an das vorgesetzte Ziel zu gehen.

In diesem Vor- und Rückblicke auf das bereits Errungene und das was unserem Geiste auf diesem Felde noch zu erobern bevorsteht, will ich nun versuchen, Ihnen meine geehrten Leser das Pflanzenleben, sowohl im Einzelnen, als in seiner ganzen Ausdehnung, in der es einen Theil der Lebenserscheinungen unseres Planeten bildet, zu schildern.

Die Pflanze als das künstlichste chemische Laboratorium, die sinnreichste Einrichtung für das Spiel physischer Kräfte, als den einfachsten und dennoch grossartigsten Bau, den je ein Architekt ersonnen und ausgeführt, so wie die Ausdehnung und Verbreitung dieses aus unendlich vielen Theilen bestehenden Bauwerkes im Grossen, die Einheit des Styles und seine Entwicklung in der Zeit, dies alles sind Gegenstände, welche ich nach und nach in einzelnen Briefen Ihnen vorzuführen mir erlaube.

Mit dem Einfacheren beginnend soll die Zurückführung dieses komplicirten Baues auf die einzelnen Elemente den Ausgangspunkt aller unserer Betrachtungen bilden, von welchen aus wir die Konstruktion der Objekte, die ihrer Mannigfaltigkeit zum Grunde liegenden Pläne verfolgen wollen, und in-

dem wir überall dieselbe Einheit wieder treffen, zuletzt in einer höheren Auffassung wieder zu dem Elementaren zurückkehren.

Mögen Sie Lust und Ausdauer genug besitzen, mir auf dem eben bezeichneten Gange, der zwar zu den vielbetretenen aber leider zu den wenig bekannten gehört, zu folgen, und dabei nicht ermüden, wohl aber an geistiger Kraft gewinnen.

ZWEITER BRIEF.

DIE ELEMENTARTHEILE DER PFLANZE.

Keiner, der auch nur einigermassen sein geistiges Auge bei Betrachtung von Naturgegenständen geübt hat, wird die Pflanze als ein blosses Haufwerk von Blättern, Stengeln, Blüthen u. dgl. ansehen, in welchem der Zufall Gestalt, Farbe, Beschaffenheit der Substanz u. s. w. hervorgebracht und hieher und dorthin vertheilt hat. Eine regelmässige Aufeinanderfolge der einzelnen Theile, eine gewisse Norm ihrer Au bildung und Einheit der Form und des Kolorits muss Jedem auffallen, der auch nur eine einzige Pflanze aufmerksam betrachtet und ihre Theile unter einander verglichen hat. Es kann ferner nicht fehlen, dass er von selbst zur Ueberzeugung einer Planmässigkeit gelangt, die allen dem zum Grunde liegt und dass er diese ohne weitere Anleitung sehr treffend schon in der A n o r d n u n g d e r k l e i n s t e n T h e i l e suchen wird, die am Ende alle Pflanzen zusammensetzen.

Lassen Sie mich nun, meine Leser, bevor wir weiter in der Betrachtung gehen, ein wenig bei diesen kleinsten Theilen der Pflanze, bei diesen B a u s t e i n e n verweilen, wodurch sie sich selber aufbaut, die ihr Festigkeit und Dauer, Zweck-

mässigkeit und Schönheit verleihen, und ohne welche ihr Bestehen durchaus unmöglich wäre.

Diese kleinsten Theile, die wir hier berücksichtigen wollen, sind indess nicht von der Art, dass sie etwa in das Bereich kaum wahrnehmbarer Massentheilchen, in das Reich der Atome gehören, im Gegentheile sind dieselben stets von einem bestimmten Umfange, von einer wohl zu unterscheidenden Gestalt, und obgleich nicht immer dem freien Auge erreichbar, doch mit dem bewaffneten gar wohl ja selbst bis auf die kleinsten untergeordneten Einzelheiten zu erkennen. Aber nicht bloss in der Anordnung und Zusammenfügung dieser Elementartheile liegt die grosse Kunst und Meisterschaft, die wir an dem Pflanzenbau bewundern, sie liegt noch vielmehr in diesen Mitteln selbst. Was kann es wohl Künstlicheres, tiefer Durchdachtes, im kleinsten Raume Grossartigeres geben als eine Zelle. Ein zartes, dem freien Auge unsichtbares Bläschen über einen Kern von halb flüssigen halb festen Substanzen in einem Falle (1), und ein hohler von einer zuweilen fast steinharten Haut umschlossenen Raum im anderen Falle, eines aus dem anderen allmälig hervorgehend. Wie leicht wird es der Pflanze, durch zweckmässige Vertheilung dieser an Festigkeit so ungleichen Elemente die einen da- die anderen dorthin zu verwenden, wo sie dieselben eben bedarf, und wie leicht ist es nicht eben dadurch einerseits Festigkeit und Dauer, anderseits einen stetigen Fort-

Fig. 1.

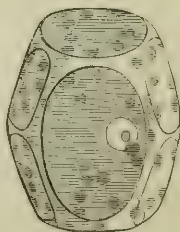


Fig. 1. Eine rundliche etwas abgeplattete Zelle mit ihrem Inhalte, der durch die zarte, durchscheinige Haut derselben zum Theile bemerkbar ist, stark vergrössert.

bau, d. i. das Wachsthum, möglich zu machen. Die Fasern, die wir zur Leinwand und zu Geflechten verwenden, das Holz der Bäume, die harten Schalen mancher Früchte bestehen aus solchen alten, hartgewordenen Bausteinen der Pflanze, während die jüngeren noch zarten Zellen mit ihrem saftigen und körnigen Inhalte Thieren und Menschen häufig zur Nahrung dienen.

Nicht weniger bewunderungswürdig ist die Form, die diese kleinen Partikelchen des Pflanzenleibes in den verschiedenen Theilen der Pflanze und in den verschiedenen Pflanzen selbst an sich tragen. Während ein Theil derselben bei der ursprünglich kugeligen Gestalt verharrt, platten sich andere ab und gleichen in der That Quadern und andern von ebenen Flächen mehr oder minder regelmässig begrenzten Gestalten (²). Es war daher verzeihlich, in diesen integrirenden Theilen der Pflanzen Krystallgestalten zu erblicken, und sie wohl gar auf dieselbe Weise entstanden zu erklären, wie die Würfel des Kochsalzes, des Flussspathes oder die zwölfflächige Gestalt des Granates.

Fig. 2.

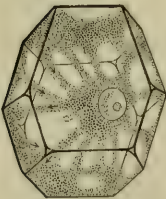
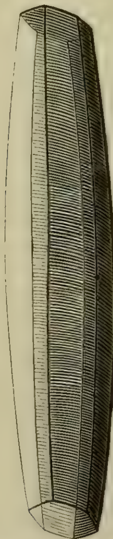


Fig. 3.

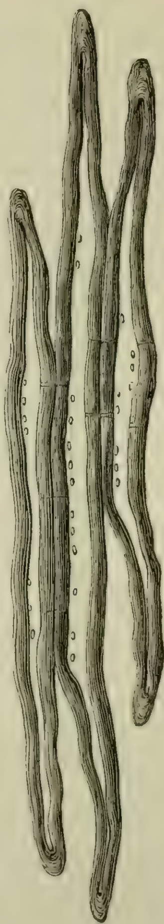


Mehr abweichend von der Bläschengestalt sind die gestreckten cylinderförmigen od. säulenförmigen (³)

Fig. 2. Eine nach allen Seiten vollkommen abgeplattete Zelle mit der nur noch an den Ecken wahrnehmbaren ursprünglichen Kugelfläche. Der halbflüssige Inhalt schimmert durch die dünnen Zellwände hindurch.
Fig. 3. Eine säulenförmige Zelle.

und die verbreiterten tafelförmigen Formen. Was uns als Holzfaser, als Bastfaser u. s. w. von so grosser Brauchbarkeit für allerlei Bedürfnisse des Lebens erscheint, sind nichts anderes als solche säulenförmige, an den Enden zugespitzte Pflanzenzellen, die an einander geschweisst eben jene zähen biegsamen, elastischen Fasern ([4]) bilden. Es würde viel zu weit führen, wenn ich noch alle jene Abweichungen der ursprünglichen Zellenform beschreiben wollte, die bald bekannten Gestalten ähnlich bald ganz und gar unregelmässig als mannigfaltig gestreckte, erweiterte und verzweigte Schläuche an der Zusammensetzung des Pflanzenleibes Theil nehmen. Einer Form muss ich jedoch immerhin noch gedenken, weil sie zu den zierlichsten Gestaltungen im kleinsten Raume gehört, der sogenannten Pflanzengefässe.

Fig. 4.



Während alle Zellen, und wenn sie auch langgezogenen Schläuchen und Cylindern gleichen, dennoch an ihren Endtheilen geschlossen sind, gibt es cylindrische Zellen, die an ihren Enden, wo sie mit ähnlichen Zellen in Verbindung treten, aufbrechen und Oeffnungen erlangen. Dadurch entstehen mehr oder weniger lange Röhren, die von andern Zellen eingeschlossen, ein System in einander mün-

Fig. 4. Mehrere an einander liegende und mit einander verbundene cylinderförmige Zellen mit zugespitzten Enden. Ihre dicken Wände machen sie fest und zähe und eben dadurch den Bast, den sie zusammensetzen, zu einem festen, zähen Körper.

dender Schläuche bilden und Gefässe genannt werden ([5]). In der Regel stehen solche Gefässe in Mehrzahl neben einander, zwar von ähnlichen aber im Ganzen doch verschiedenen Zellschläuchen umgeben und durchwirkt, und stellen in ihrer Vereinigung das dar, was man Gefässbündel genannt hat.

Fig. 5.

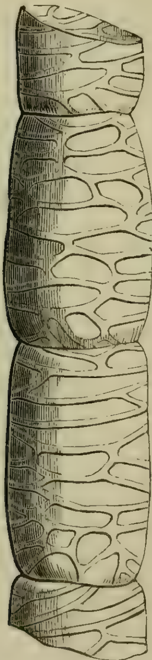


Fig. 6.

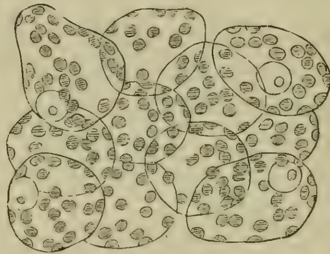
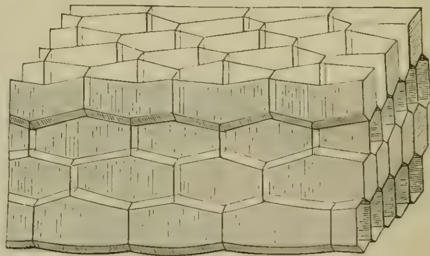


Fig. 7.



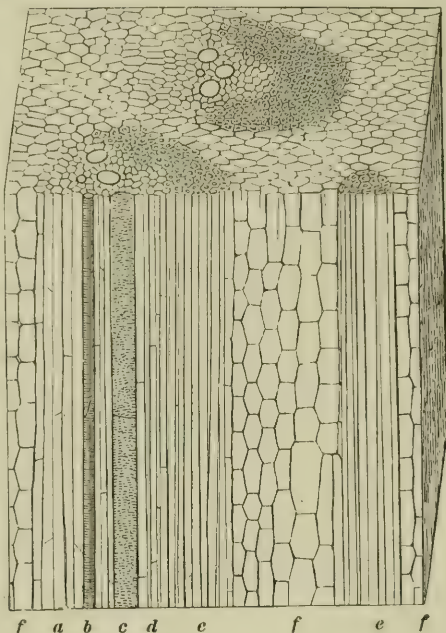
Indess die Zellen je nach ihrer Form bald ein dichteres bald ein lockeres Mauerwerk bilden, woran bald grössere bald kleinere, bald rundliche ([6]), bald quadratische, säulen- ([7])

Fig. 5. Ein Pflanzengefäss, das nach der netzförmigen Zeichnung an seinen Wänden ein netzförmiges Gefäss (*vas reticulatum*) genannt wird, oben und unten abgeschnitten.

Fig. 6. Ein Zellgewebe aus rundlichen, ellipsoidischen und birnförmigen Zellen zusammengesetzt, die sich gegenseitig nur berühren ohne sich ab-

und plattförmige Steine Antheil nehmen und das die Anatomen in ihrer Kunstsprache Zellgewebe nennen, sind die Gefässbündel ([8]), da sie gewöhnlich auch fester als jenes erscheinen mit einem Knochengerüste zu vergleichen, an welchem sich die weicheren und lockeren Theile anlegen, in der That aber nichts weniger als diesen halb leblosen Theilen des thierischen Organismus gleichen, wenigstens nicht zu jener Zeit als sie sich noch in voller Thätigkeit befinden. Bedenkt man wie eben die Gefässbündel in ihrer Form, Zusam-

Fig. 8.



---

zuplatten, und daher ein lockeres Gewebe (*Merenchyma*) bilden. Bei der Durchsichtigkeit der Zellhaut sieht man allenthalben den aus grünen und andern ungefärbten Bläschen bestehenden Inhalt durchscheinen.

Fig. 7. Ein Zellgewebe aus mehrflächigen Zellen zusammengesetzt (*Parenchyma*), oben und an einer Seite durch Schnitte blosgelegt. Die einzelnen Zellen sind etwas in die Länge gestreckt und von 12 Flächen begrenzt. Ihr Inhalt ist eine wasserhelle Flüssigkeit (Zellsaft) ohne alle feste Substanzen.

Fig. 8. Ein Stück aus einem Palmenstamm mit drei Gefässbündeln, wovon die vorderen zwei nicht bloss der Quere, sondern auch der Länge nach durchschnitten erscheinen. An dem grösseren derselben bemerkt man bei *a* dünnwandige Holzzellen, bei *b* ein einfaches, bei *c* ein netzförmiges Spiralgefäss, bei *d* einen Bündel so genannter eigener Gefässe, bei *e* dickwandige Bastzellen, die sich auch im kleineren Gefässbündel wiederholen. Alle diese Gefässbündel sind von parenchymatischen Zellen *f f* umgeben.

mensetzung, Ausbildung und Zusammenhang massgebend bei allen Anlagen des Zellengewebes erscheinen, so möchte man eben in ihnen die Skizzen erkennen, nach welchen die Details aller Pflanzengestaltung ausgeführt sind. Die blosse Betrachtung des Netzwerkes der Rippen eines Blattes könnte einen schon auf diesen Gedanken führen.

Wenn das eben Vorgebrachte einen flüchtigen Blick in den Bau vegetabilischer Körper gewährt hat, so wird es mir wohl erlaubt sein, noch auf einige andere Eigenthümlichkeiten aufmerksam zu machen, die in der Anordnung dieser Elementartheile leicht wahrzunehmen sind. Durch die Bezeichnung Zellgewebe, welche man dem Mauerwerke des Pflanzenbaues gegeben hat, könnte bei Jenen, die noch nicht Gelegenheit hatten, dasselbe mit Hilfe vergrössernder Sehwerkzeuge zu betrachten, leicht die irrige Ansicht Wurzel fassen, dass dasselbe wirklich mehr einem Gewebe als einem Mauerwerke gleiche. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Bekanntlich liegt die Eigenthümlichkeit des Gewebes darin, dass viele nach einer Richtung verlaufende fadenförmige Theile durch ähnliche diese in der Quere durchsetzende Theile verbunden werden. Nicht irgend ein Bindemittel, sondern einzig und allein die Verschlingung der mehr oder mindere Unebenheiten darbietenden Fasern bedingen die Dichtigkeit und Festigkeit des Gewebes.

Eine solche Einrichtung finden wir keineswegs in den Pflanzengeweben. Die Elementartheile ohne Ausnahme, alle mikroskopisch klein, liegen einfach neben- und übereinander, sie umschlingen sich nicht, ja nicht einmal die röhrenförmigen (nur bei Flechten, Algen u. s. w. zuweilen); sie bilden daher wirklich mehr ein Mauerwerk als ein Gewebe.

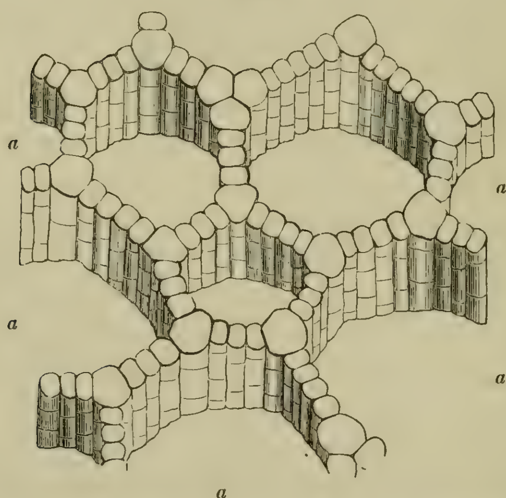
Dies macht aber etwas anderes unumgänglich nothwendig, damit das Ganze einen Halt bekommt, nämlich eine Verkittung der einzelnen Elemente unter einander. Dieser Kitt oder Mörtel ist etwas sehr Merkwürdiges, worauf wir noch später zurückkommen werden, da wir hier nur auf seine Unentbehrlichkeit hinweisen wollten.

Aber finden sich denn in dem häufig aus Myriaden von Zellen zusammengesetzten Pflanzenbaue nicht solche Einrichtungen, welche sowohl die Verbindung einzelner Theile als den festen Anschluss grösserer Massen unterstützen? Fast will es mich bedünken, dass beinahe jede Pflanze, will sie sich auch nur auf eine kurze Zeit gegen äussere mechanische Eingriffe erhalten, dergleichen nothwendig bedürfe.

Allerdings ist es auch so. Die Pflanze mauert ihre geheimen Gemächer und schliesst Gewölbe darüber so kunstreich, sie wendet im Baue des Stammes, auf den sie alles lastet, solche Grundschwellen, Widerlager, Streben und Anker an, dass ein Baumeister nicht zweckmässiger verfahren würde. Sind nicht die festen oben dünneren unten dickeren Gefässbündel, welche zerstreut oder in Kreisen geordnet dem Stamme entlang verlaufen, als wahre Strebepfeiler gegen Sturm und Wetter, die der schlanke Pflanzenstamm zu bekämpfen hat, anzusehen? Sind es nicht die zweckmässigsten Verankerungen, welche in den sogenannten Markstrahlen oder Spiegelfasern die Längenfasern des Holzes verbinden? Bringt man überdies noch die Biegsamkeit und Elastizität der Elementartheile in Rechnung, so wird es begreiflich, wie ungeachtet der fort und fort auf Vernichtung sinnenden Elemente der Natur hier die Eiche, dort das schwanke Rohr trotzig ihr Haupt in den Lüften schütteln.

Ich habe von den geheimen Gemächern gesprochen, welche sich im Innern der Pflanze finden und fast überall eine besondere Form annehmen. Diese Gemächer, bald grösser, bald kleiner, regelmässigen Kammern oder abenteuerlichen Höhlen, ja wohl gar verfallenen Ruinen gleich, nennt der Pflanzenanatom Lufthöhlen, Luftgänge, (9) Lücken u. s. w. Die regelmässigen Gemächer, die, wie obige Benen-

Fig. 9.

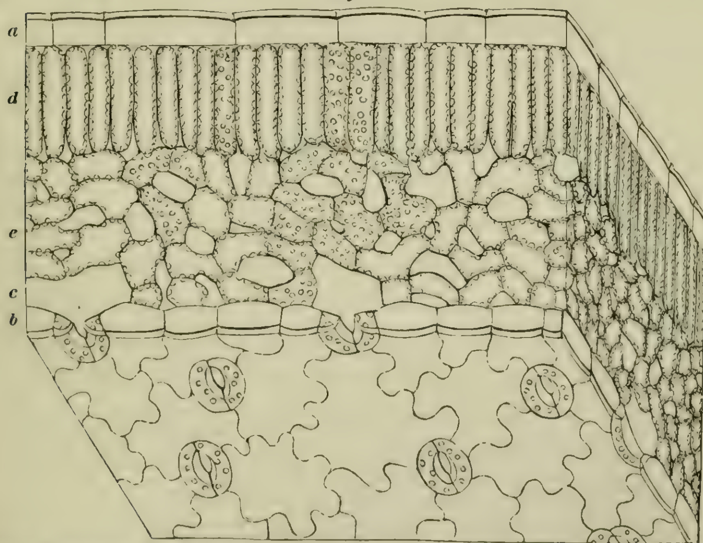


nungen deutlich angeben, nicht etwa durch etwas anderes als durch Luft erfüllt sind, sind meist schön gewölbt, mit zierlichen Steinen konstruirt, und stellen in der That mikroskopische Grüfte, Tempelräume von Pfeilern gestützt, mitten im dichten Pflanzenzellgewebe dar. Andere grössere Räume tragen in ihrem Innern das Bild der Zerstörung nur zu deutlich an sich. Jeder Grashalm kann diesfalls zur Belehrung dienen.

Fig 9. Stück aus dem Blatte von Calmus (*Acorus Calamus*). Die Luftgänge *a*, *a*, *a* sind hier von dem zierlichsten Zellgewebe begrenzt.

Das Merkwürdigste von allen diesen leeren mit Luft erfüllten Räumen ist, dass sie meist durch viel kleinere Gänge mit einander in Verbindung stehen, die zuletzt in unzähligen Verzweigungen nach Aussen münden. Das Mundloch dieser unendlich kleinen Stollen und Schächte, die durch mannigfaltig unter einander verbundene Gesenke in das Innere führen, ist stets zierlich gebaut und meist zum Verschlusse geeignet, so dass die äussere Luft mit der inneren kommuniziren oder auch von derselben abgeschlossen werden kann. Solche Mundlöcher, die man Spaltöffnungen nennt, sind so zahlreich, dass man z. B. auf einer einzigen Quadratlinie der Oberfläche

Fig. 10.



des Blattes von Eisenhütlein nahe an 1000 zählen kann, die mehr als den 90sten Theil derselben unbedeckt lassen ([10]). Es

Fig. 10. Ein Stück aus dem Blatte des Eisenhütlein (*Aconitum Chamarum*), etwa 200 mal im Durchmesser vergrössert. *a* die äusserste Zellschichte

wird dadurch begreiflich, wie die atmosphärische Luft bis in das Innerste aller Pflanzentheile gelangt und Stoffe von ihnen empfängt, so wie andere dahin abgibt. Alle diese luftführenden Gänge und Räume würde man indess vergebens in jenen Pflanzentheilen suchen, die eben im Aufbau begriffen sind. Sie bilden sich erst später aus, stehen mit den Neubauten in keiner nothwendigen Verbindung, und sehen eher wie Depositorien, oder um mich eines bergmännischen Ausdruckes zu bedienen, wie Verhaue aus, in welche nicht selten Dinge, welche keiner weitern Verwendung mehr fähig sind, Bauschutt, taubes Trümmergestein u. s. w. abgelagert werden.

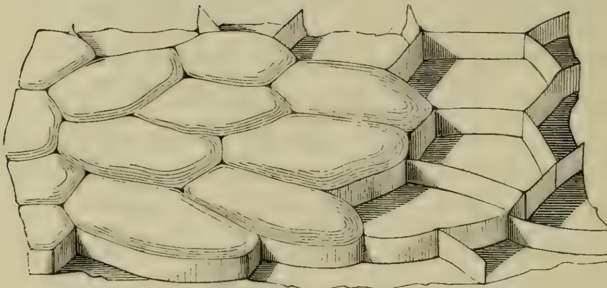
Solche Dinge sind z. B. Harz, Gummi, ätherische Oele u. dergl., die wir gleichwohl, wenn auch nicht die Pflanze, zu verwerthen im Stande sind. So leben wir häufig von dem Ueberflusse der Natur, und ahnen nicht, dass wir ihr einen Gefallen thun, von ihren Schüsseln auch etwas für uns zu nehmen.

Wie in allen eine grössere Genauigkeit erfordernden Bauwerken jeder Stein wohl bemessen, für die Stelle, die er einzunehmen hat, eigens zugerichtet und geformt wird, so ist es auch nicht minder bei dem Pflanzenbaue. Keine Zelle findet sich hier, die nicht nach ihrem Umfange und nach ihrer Form genau abgezirkelt, mit Winkelmass und Senkblei hergestellt wäre, so dass jede nur für diese Stelle, wo sie sich eben befindet und

der Oberseite aus plattenförmigen Zellen bestehend, *b* die äusserste Zellschichte der Unterseite, zwischen deren Zellen sich die Spaltöffnungen befinden. An den durchschnittenen Theilen sieht man, wie diese von zwei halbmondförmigen Zellen gelassenen Oeffnungen in Hohlungen *c* münden, die durch das ganze Zellgewebe des Blattes mit einander kommuniziren. *d* eine Schichte cylindrischer Zellen der Oberseite, *e* eine mehrfache Schichte unregelmässiger Zellen, welche darauf folgt.

für keine andere passt, und in die Vertiefungen und Erhöhungen der nachbarlichen Zellen genau eingreift. Betrachtet man ein Zellgewebe was immer für eines Pflanzentheiles, so muss man staunen über das wohlausgeführte schliessende Mauerwerk, wo nicht blos die passenden Elemente neben und übereinander gelegt, sondern auch so verbunden sind, wie sie nach den Regeln der Baukunst nicht besser hätten verwendet werden können. Wie schön passen und fügen sich z. B. nicht die Säulen und Cylinder mit ihren an beiden Enden befindlichen Zuschürfungen in die Leeren, die durch die Zusammenfügung ähnlicher darüber und darunter befindlichen Elemente gelassen werden, um die Holz- und Bastbündel zu bilden, wie knapp schliessen sich die aufgestellten Ziegeln gleichen Zellen nicht, die jenes Mauerwerk bilden, das wir früher mit den Schlaudern verglichen haben, und den Zweck hat, das säulenförmige Mauerwerk gegen den Seitendruck zu unterstützen, ohne welchen jene Basaltmauern keineswegs die Festigkeit besässen, die sie überall zeigen. Endlich über alles dieses der schützende musivische Estrich, der die Pflanze an ihrer ganzen Oberfläche überzieht. Lässt sich ein mit genauer schliessenden Platten konstruirtes Dach, ein zierlicheres Mosaikpflaster denken, als die äusserste Zellenschichte jeder Pflanze, die man in der Kunstsprache Oberhaut *(Epidermis)* nennt, besitzt? Hier findet weder Staub noch Regen Eingang, kein Atom Feuchtigkeit kann durch diesen Verschluss durchdringen und man sieht wohl klar, dass die Pflanze sich besser gegen die Atmosphärilien zu schützen weiss, als wir in unseren schönsten und dauerhaftesten Bauten ([11]).

Fig. 11.



Ungeachtet die Pflanze durch diese Einrichtung ihre Integrität möglichst zu erhalten strebt, will sie sich doch andererseits nicht ganz und gar von der Aussenwelt abschliessen, von der sie, wie wir später erfahren werden, am Ende doch alles erhält, was zu ihrem Sein nothwendig ist. Wem fallen dabei nicht sogleich die Luftlöcher bei, die sie allenthalben an ihrer Oberfläche besitzt, durch deren Verschluss und Oeffnung sie nach Bedarf aufnimmt und abgibt, ohne dass ihre Existenz dabei im mindesten gefährdet ist.

Dass bei einem so zierlichen und wohlgeordneten Bau jeder Theil einen besonderen Zweck und eine bestimmte Bedeutung erhält, wodurch eben ein Zusammenwirken aller einzelnen Theile möglich ist, lässt sich wohl denken, dass sich aber diese Zweckmässigkeit selbst bis auf die einzelnen Bauelemente erstreckt, kann nicht anders als mit Nothwendigkeit gefolgt werden. Erst wenn man weiss, wie jeder einzelne Stein in dem grossen Werke seinen Platz erfüllt, ist man im Stande über

Fig. 11. Stück von einer Oberhaut (*Epidermis*) aus tafelförmigen, eng an einander schliessenden Zellen zusammengesetzt. Von mehreren ist die obere Seite durch das Messer weggenommen worden, um in das Innere derselben hineinblicken zu können.

die Stabilität, über die Zweckmässigkeit, über die Harmonie des Ganzen zu urtheilen, und so lange die Pflanzenkunde sich diese Einsicht nicht zu verschaffen sucht, wird sie wohl über Zweckmässigkeit und Schönheit u. s. w. des Pflanzenbaues im Allgemeinen faseln können, nie aber nach Gründen der Wissenschaft und Kunst auch nur den Bau eines Blattes, ja nicht einmal den eines Haares zu würdigen im Stande sein. Desshalb kann man die Bestrebungen für eine wahre wissenschaftliche Begründung der Architektonik des Pflanzenbaues nicht genug preisen, und in der Kenntniss der elementaren Zusammensetzung den Schlüssel zu allem, was für uns gegenwärtig noch ein Geheimniss ist, erblicken. Der Mann, der bisher noch am weitesten in diesem dunkeln Gebiete vorgedrungen ist, der es versucht hat, Stein für Stein nach Entstehung und Verwendung zu prüfen, der uns von einigen Pflanzenbauten sowohl Grund- als Aufrisse gegeben hat, auf welchem jedes Element mit der Nummer verzeichnet ist, die ihm sein Baumeister vorgezeichnet hat, dieser Mann ist Karl Nägeli. Ohne Zweifel haben wir von ihm die Enthüllung nicht blos der einfachsten Bauten, sondern auch noch grösserer Bauwerke des Pflanzenorganismus zu erwarten, die wir bisher nur anstaunen, ohne sie zu begreifen.

DRITTER BRIEF.

GENESIS DER ZELLE.

Bisher hat die Hinweisung auf die Aehnlichkeit der materiellen Zusammensetzung der Pflanze mit verschiedenen Einrichtungen der Bauwerke die Erklärung derselben vielfältig unterstützt und anschaulich gemacht; nun aber fängt das Gleichniss an zu hinken, indem wir die Frage nach dem Ursprunge des Baumateriales, nach der Bildung der einzelnen Elemente aufwerfen. Jeder Baumeister schafft sein Material aus grösserer oder geringerer Ferne herbei; Steine, Ziegel, Kalk, Sand, Wasser und was er sonst noch bedarf, wird an die Baustelle hingebracht und nur mit diesen Mitteln ist er im Stande, sein Werk auszuführen. Wo nimmt die Pflanze ihre Bausteine, ihren Mörtel u. s. w. her, ohne denen eben so wenig wie dort ein Aufbau aus gleichen und ähnlichen Elementen möglich ist?

Hier tritt das Wundervolle der Einrichtung der Pflanze so recht eigentlich hervor, wenn wir bedenken, dass dieselbe, obgleich sie das Materielle zu allem dem, was sie braucht, von Aussen her holt, doch die Zubereitung und Verarbeitung keineswegs andern Kräften überlässt, sondern ihre Steine selbst fabrizirt, ihren Kalk selbst brennt und löscht und ihn zum

Mörtel rührt, kurz Ziegelschläger, Steinmetz, Mörtelmacher u. s. w., so wie Baumeister alles in einer und derselben Person, ja am Ende noch Stein und Werkmeister zugleich ist.

Man hat lange Zeit der Pflanze noch mehr zugetraut, als sie wirklich zu leisten im Stande ist und sie für eine wahre Taschenspielerin und Hexenmeisterin gehalten. Man glaubte nämlich gefunden zu haben, dass diese nur Luft und Wasser von Aussen hernehme und alles Uebrige, was sie sonst noch bedarf, wie z. B. einige fixe Laugensalze, Erden, Phosphor, Schwefel u. s. w. durch ein blosses Zauberwort aus Nichts hervorrufe. Diese Ansicht spukt noch immer in den Köpfen einiger selbst sogenannter intelligenter Landwirthe, welche älteren chemischen Analysen mehr Werth zutrauen, als sie verdienen. Heutige Chemiker meinen, dass es gar nicht möglich sei, dass ein Ding wie eine Pflanzenzelle, die allerdings, wie wir später erfahren werden, eine mächtige chemische Werkstätte ist, aus Sauerstoff oder Wasserstoff und Kohlenstoff auch nur Ein Atom von Phosphor oder Schwefel hervorbringen könne.

Abgesehen jedoch von dem, wollen wir unser Augenmerk zuerst darauf richten, wie die Pflanze inmitten ihres begonnenen Aufbaues fortwährend neue Bausteine zu Stande bringt, sie an Ort und Stelle schiebt und mit Mörtel befestiget und erst nachdem wir uns von diesem wunderbaren Vorgang Einsicht verschafft haben, unsern Blick auch auf die Bereitung der Stoffe richten, die sie eben zur Bildung von Bausteinen und von Bindematerial nöthig hat, und so mit dem tieferen Blick des Chemikers verfolgen, was wir vorerst nur mit dem Auge des Anatomen auffassen.

Die Einsicht in die Bildung der Baurequisiten hat den Anatomen viel Schweiss gekostet und manche Kontroversen hervorgerufen. Die Sache ist allerdings nicht so offen dagelegen, dass man nur Augen zu besitzen brauchte, um es los zu haben. Die Pflanze macht es zwar nicht wie Bauherren, die alle ungebetenen Gäste von der Einsicht in den Vorgang der Arbeiten abhalten; sie thut alles offen und frei. Wenn wir aber trotzdem gar manches nicht sahen oder verkehrt sahen, so lag es mehr darin, weil wir eben vor Verwirrung nicht wussten, wohin wir eigentlich sehen sollten, so wie an unserem subjektiven Auffassen, also an unsern Augen, die das Zauberlicht, das uns die Pflanze vorhielt, noch nicht ertragen konnten. Kurz, erst nach vielen Mühen und rastlosem Lauschen und Spähen ist es uns endlich gelungen, zur Kenntniss der so einfachen Manipulation zu gelangen, die die Pflanze allenthalben bei ihrer Bauführung in Anwendung bringt, so dass wir jetzt, nachdem wir die Sache kennen, fast mehr über unsere Blödigkeit als über jenen höchst einfachen Vorgang staunen müssen.

Das ganze Geheimniss der Erzeugung der Bausteine liegt darin, dass die Pflanze jeden derselben, den sie verwendet, aus einem schon vorhandenen hervorbildet. Dabei muss dieser selbst sich bis auf einen gewissen Grad vergrössert haben, denn sonst würde das Bauwerk zwar an Zahl der Steine aber nicht an Umfang zunehmen, was jedoch nichts weniger als zweifelhaft ist, wie jede Vergleichung einer jungen und alten Pflanze zeigt.

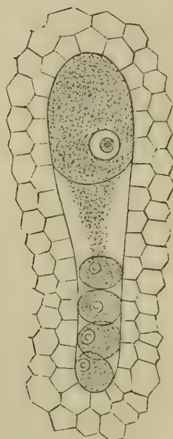
Betrachten wir nun diese Fabrikation der Bausteine etwas genauer. Wie wir bereits wissen, sind die Bausteine der

Pflanze eigentlich keine Bausteine, d. i. keine soliden, gleichartigen Massen, sondern verschieden geformte häutige Blasen, Schläuche u. s. w., die von weichen Substanzen und von Flüssigkeiten aller Art erfüllt sind. Jede Blase, jeder Schlauch, der beim Aufbau der Pflanze verwendet wird, bildet sich ohne Ausnahme im Innern einer schon vorhandenen Zelle, wird, wenn sie fertig ist, ohne weiteres herausgeschoben und an die Stelle hingelegt, wo sie nach dem Plane eben hinkommen soll. Weder Winde noch Flaschenzug ist dazu nothwendig, es geht dieses so leicht, wie von selbst, dass man darüber staunen möchte, wie es nur möglich ist. Geben Sie Acht, meine Leser, wie das zugeht.

Erst schwillt der alte schon vorhandene Baustein, d. i. die Zelle, ungewöhnlich an, nimmt an Umfang zu, wächst, aber merken Sie wohl, es ist nicht ein blosses Wachsen, was hier vorgeht. Wie in einem trächtigen Thiere bilden sich in ihrem Leibe neue Bausteine, neue Zellen aus. Sind diese endlich so weit, dass sie alle Theile, die zu ihrer Selbstständigkeit erforderlich sind, besitzen, so treten sie frei hervor, und die Mutterzelle, die während diesen Vorgängen nicht nur ihren Inhalt ganz für die Bildung ihrer Brut, d. i. ihrer Tochterzellen, verwendet, sondern auch in ihrer häutigen Umgrenzung bei der zunehmenden Vergrösserung fort und fort konsumirt wird, führt nur mehr ein Scheinleben, eine Scheinexistenz, und endlich ist durch Verwendung ihrer letzten Reste fast gar nichts mehr übrig geblieben ([12]). Die Tochterzellen entstehen also rein auf Kosten der Mutterzellen, ihr Dasein beruht auf dem Tod dieser. Ganz etwas Aehnliches bieten einige Insekten bei ihrer Fortpflanzung dar; die trächtigen

Weibchen schwellen allmählig so an, dass sie nur mehr als Bauch, als Blase erscheinen. Alle Organe, alle Funktionen des Mutterthieres gehen nur auf die Hervorbringung der Jungen hinaus, und mit der Geburt derselben ist von jenem fast nichts mehr übrig, als eine trockene, zerrissene Hülle. Lässt sich demnach die **Bildung der Zellen** bei den Pflanzen nicht ebenfalls eine **Zeugung** nennen? und ist der ganze Pflanzenbau mit seinen Myriaden von Zellen etwas anderes, als das Resultat fortgesetzter Zeugung seiner Elementartheile? —

Fig. 12.



Wie ganz anders erscheint uns nach dieser Einsicht in die Bildungsgeschichte der Bausteine das Mauerwerk der Pflanze, — das fort und fort sich verjüngende, — das gleichsam aus sich herauswachsende. Hier verschwindet nun jeder Vergleich und wir sehen kein Werk der Menschenhände und der Menschenerfindung vor uns, das dem Bauwerke des Pflanzentempels auch nur von ferne ähnlich wäre. Eine unsichtbare Hand ist es, welche an seine Wände eben so geheimnissvolle Worte zeichnet, wie einst an die Mauer des Königspalastes. — Doch wir verfolgen den Bildungsprozess der Zellen weiter.

Schon in der Mutterzelle wird die Lage bestimmt, welche die Tochterzellen in der Folge einzunehmen haben, daher nach

Fig. 12. Eine ungewöhnlich grosse schlauchförmige Zelle zwischen kleinen parenchymatischen Zellen, welche sich nicht mehr vergrössern. Jene Mutterzelle enthält fünf Tochterzellen, wovon die oberste den übrigen vier an Ausbildung vorausgeeilt ist. — Aus der Samenknospe der zweijährigen Pippau (*Crepis biennis*).

ihrer Auflösung keine weitere Verschiebung nothwendig ist. Würde jedwede Zelle mit der Fähigkeit, neue Zellen aus sich hervorzubringen, auch die hinlängliche Kraft dazu besitzen, so würde nur ein unregelmässiges Haufwerk von Zellen entstehen, und je nach der Produktionsfähigkeit der einen oder der anderen, würde stellenweise eine grössere Anhäufung von Zellen entstehen, und das Ganze jedenfalls ein ungestaltiges Aussehen erlangen. Nur durch den einzigen Umstand, dass diese Produktionsfähigkeit limitirt ist, kommt wie von selbst Regel und Ordnung in das unbestimmte Haufwerk.

Das Eine, was wir hierbei wahrnehmen, und das wie eine feste Norm zu gelten scheint, ist, dass fast alle Produktion an und für sich auf das Minimum beschränkt ist, welches darin besteht, dass jede Mutterzelle nur zwei Tochterzellen zu erzeugen im Stande ist, — das andere, dass diese beiden Tochterzellen, wenn auch nicht in den ersten, so doch in den letzten Generationen fast durchaus ein verschiedenes Naturell haben, so dass während die eine frisch und lebenskräftig in Kurzem sich als Mutter einer neuen Generation erweiset, die andere in Bescheidenheit zurücktretend nur ihr Dasein fristet. Da letztere nicht für die Vergrösserung des Pflanzenbaues, wohl aber an seinen Bestand eben durch ihre Dauer Theil nimmt, während sich die andere Schwesterzelle bald in ihrer eigenen Lust verzehrt, so sind es eigentlich nur jene Dauerzellen, aus welchen die Pflanzen zusammengesetzt sind. Die Anordnung derselben, die Festhaltung dieses Charakters oder das zeitweilige Aufgeben desselben, das in erneuerter Produktivität ausschlägt und ins Unendliche fortgehen kann, bedingen das, was als Umfang und Form der Gewächse in die Er-

scheinung tritt. Noch sind diese Generationsreihen keineswegs genau verfolgt, in ihrer Abhängigkeit von einander erforscht und auf bestimmte Gesetze zurückgeführt, aber es steht zu erwarten, dass jene Forschungen, welche bereits so viel Licht in diese dem menschlichen Auge verborgenen Vorgänge der Pflanzengestaltung gebracht haben, die Fackel ihrer Aufklärung auch in jene Labyrinthe hineintragen werden, die bisher noch kein sterbliches Auge durchschaut hat.

Nur so viel wissen wir schon jetzt, dass die Bildungszellen vorzüglich an den äusseren Theilen der Pflanze ihr Spiel treiben, sowohl an der Spitze als am ganzen Umfang, wodurch eben sowohl eine stetige Verlängerung als ein Anwachsen in die Dicke möglich wird.

Diese Stellen sind es, wo in rascher Aufeinanderfolge von Generation zu Generation ein solches Leben und Weben herrscht, wie es selbst in den Riesenbauten, die wir Menschen ausführen, an dem Gewimmel der Arbeiter nur als ein schwacher Abglanz jenes lebensvollen, heiteren Vorganges erscheint.

So wächst denn die Pflanze sich fort und fort verlängernd, so umschlingt das Holz der Stämme eine neue Schichte von Elementen um die andere; dass sie sich aber weder in die Weite unendlich auszubreiten noch in den Himmel zu erheben vermag, ist, wie schon Goethe bemerkt, Sorge getragen. Wie? dies soll uns später beschäftigen.

VIERTER BRIEF.

VERKITTUNG DER ZELLEN, VERÆNDERUNGEN IN FOLGE IHRES WACHSTHUMES.

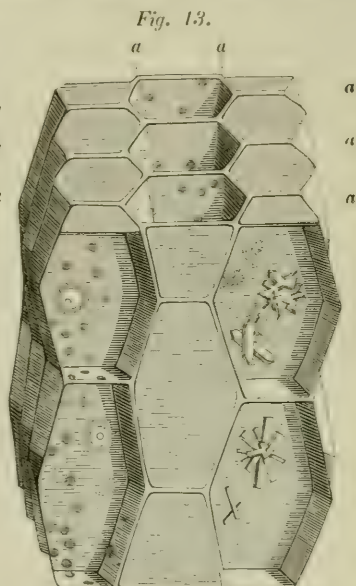
Das künstliche Bauwerk der Pflanze mit den fort und fort sich verjüngenden Nymphen, die es ausgeführt haben, steht nun als ein vollendetes Ganzes vor uns. Alles ist wohl geordnet, jeder Stein an seinen Platz hingesetzt, aber Eines fehlt noch, wenn es ein festes dauerhaftes Werk sein soll, nämlich der materielle äussere Zusammenhang der einzelnen Theile. Dadurch, dass jede Zelle ein Ganzes für sich ist, die trotz ihrer Entstehung aus ähnlichen Elementen dennoch ein selbstständiges Dasein zu führen berufen ist, würde ohne äusseren Zusammenhalt das Band der Blutsverwandtschaft sicher nicht hinreichen, dass nicht bei dem leisesten Anstosse der künstliche Bau gleich einem Kartenhause wieder aus einander ginge, zusammenbräche und sich gleichsam von selbst vernichtete. Diesem für immer zu begegnen, hat hier die Natur auf eine Verbindung gedacht und die freie unbeschränkte Zelle so an die Nachbarzelle gefesselt, dass wenn auch Differenzen entspringen sollten aus ungleichem Naturell und Zweck, eine solche dennoch nicht zum Nachtheil des Ganzen ausfallen kann. Die Pflanzenzellen sind daher in

der That dort, wo sie stehen, wie angemauert, — ja es fehlt auch nicht an dem passendsten Mörtel, der sie befestiget.

Aber nicht blos die Steine, sondern auch das Bindemittel bereitet die Pflanze selbst und es ist wiederum die Zelle, dieses Factotum, die sich dabei nicht blos geschäftig erweiset, sondern zugleich als die einzige Quelle erscheint, woher dasselbe bezogen wird. Schon mit der Bildung und Sonderung der Zellen geht ihre Wiedervereinigung, ihre Verkittung fast Hand in Hand, so dass die kaum fertige Zelle auch schon nicht mehr von der Stelle weichen kann, und obgleich mit Leben und Kraft für Tausende von Generationen ausgerüstet, doch nur einem gefesselten Prometheus gleicht, der für die ganze Zeit seines Daseins an dem Blocke der Nachbarzelle angeschmiedet bleibt.

Dies geht dadurch von Statten, dass in der Zelle selbst der Leim gekocht, der Mörtel abgearbeitet wird, der durch die Wand der Zelle hindurchdringend, geradezu an die Stelle gelangt, wo er hin soll, und seine Wirkung auf die benachbarten Zellen ausüben kann. Dieser Leim oder Kitt ist bald reichlicher bald sparsamer und eben dort, wo er fast gar nicht vorhanden ist, oder nie hinkommt, treten die Quadern auseinander und bilden jene Höhlen, Gewölbe und zwischen den Zellen verlaufenden Irrgänge (Intercellulargänge), von denen bereits die Rede war. Es ist natürlich, dass man diesen zwischen den einzelnen Zellen vorhandenen Stoff mit einem eigenen technischen Ausdrucke und zwar mit dem Worte Intercellularsubstanz bezeichnete und ihn für den wahren Mörtel im Baue des Pflanzenorganismus hält ([13]).

Aber bei der fortwährenden Vermehrung, Aufbringung und Versetzung der Elementartheile bleibt es nicht stehen. Nicht blos die Bildungszellen, sondern auch die Dauerzellen, also diejenigen, welche nach ihrer Erzeugung allein Bestand haben, und dem Pflanzenbau eine Dauer sichern, sind weitern Veränderungen unterworfen. Anfänglich kleine zarte Bläschen werden sie nach und nach immer grösser und stärker, und nehmen dabei erst jene Gestalt an, die sie für die Folgezeit behalten, und die wir bereits als würfelförmige, vielflächige, tafelförmige, säulenförmige u. s w. kennen gelernt haben.



Die Zunahme an Umfang hat in den meisten Fällen auch eine Verdickung ihrer äusseren häutigen Grenze, d. i. ihrer Wand zur Folge, und in diesem Vorgange besteht denn ganz eigentlich das Wachsthum der Pflanzen, während die Zunahme durch Zellenvermehrung nur als Folge der Generationsthätigkeit zu betrachten ist. So durchdringen sich diese beiden Prozesse gegenseitig, und so wie die Zellenvermehrung nicht ohne

---

Fig. 13. Mehrere gestreckte parenchymatische Zellen mit ihrem Inhalt durch deutliche Intercellularsubstanz *a.a.*. mit einander zu einem unzertrennlich festen Gewebe verbunden.

gewisse Vorgänge des Wachsthumes möglich wird, so erscheint auch das Wachsthum durch vorausgegangene Zellenbildung bedingt. Beide Prozesse aber sind es, die zuletzt die Vergrösserung der Pflanze nach sich ziehen, und wenn auch die Zellenvergrösserung sich nur bis auf eine gewisse (immerhin in der Regel noch mikroskopische) Grösse erstreckt, so hat, wie wir in der Folge sehen werden, auch die Zellenvermehrung ihr bestimmtes vorgesetztes Mass und Ziel.

Eine Erscheinung, die für die Dauer der Pflanze sowohl als für ihre zuweilen nicht unbeträchtliche, ja man kann sagen, massenhafte Grösse (man denke an die Kastanie *dei cento cavalli*, den Drachenbaum auf Orotava, an den Baobab ([14]), die Cypresse von Oachaca u. s. w.) mehr als alles andere berechnet ist, und dieselben mit den ältesten Baudenkmälern wetteifern lässt, ist die weitere Ausbildung der Zellhaut, nachdem sie ihre Ausdehnung erreicht hat, oder doch nahehin zu diesem Ziele gelangt ist.

Wenn auch die ursprüngliche Grenze der Zelle immerhin ein dünnes, homogenes Häutchen ist, so wird dasselbe später doch häufig dick und fest, und da es sich in diesem Zustande nicht mehr auszudehnen im Stande ist, so geschieht jede weitere Verdickung durch Anlagerung der verdickenden Substanz an der Innenseite der Zellwand. Dadurch muss aber nothwendig der Zellraum selbst fort und fort beengter und endlich wohl gar auf ein Minimum reduzirt werden. Solche Zellen, welche man d i c k w a n d i g e nennt, sind hie und da im Pflanzenbaue vertheilt, und finden sich gewöhnlich dort am häufigsten ein, wo es etwas zu stützen und zu schützen gibt. Dergleichen Zellen sind daher nicht blos gute Eck-, Sockel-

und Pflastersteine, sondern sie werden ganz besonders zu den Pfeilern verwendet, als da vorzüglich der Stamm und seine

Fig. 14.



Aeste — dies in der Pflanzenwelt so mannigfach ausgebildete Pfeilersystem — ist.

Fig. 14. Eine nach dem Zeugnisse der Kenner richtige Darstellung eines alten Baobab (*Adansonia digitata*) dem *Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle* entnommen.

Ohne dass die Zellen des Holzes dicke Wände hätten, würde selbst der umfangreichste Baum, der grösste Pflanzenkoloss durch jedes Lüftchen wie ein dürrer Strohhalm abgeknickt werden können, ja die Existenz solcher Pflanzenmassen wie die Bäume würde ohne diese Beschaffenheit der Zellen durchaus unmöglich sein.

Sehr wohl angebracht sind die dickwändigen Zellen auch an der Grenze des Pflanzenbaues selbst, und wenn sie da, wie es häufig geschieht, sogar unter einander verwachsen und mit einem Firniss überzogen werden, so gibt das für die Dauer mehr als die beste Makadamisirung, Asphaltirung u. dgl. aus. Dasselbe findet auch bei der Bildung der hartschaligen Hüllen der Früchte und der Samenhäute, die die Keime zu schützen haben, statt. Würde wohl die Pflanze bei der äusserst zarten Einrichtung ihrer Elementartheile auch nur auf die Dauer der kürzesten Zeit hinausreichen, wenn sie nicht auf diese Weise Festigkeit und Schutz erhielte?

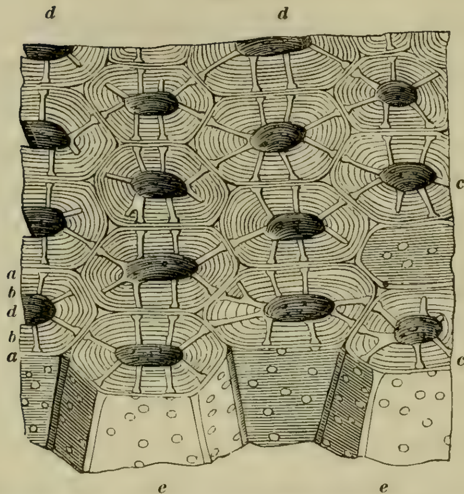
Bei diesem Bestreben der Pflanze oder vielmehr der Zelle, sich gegen Einwirkungen aller Art zu kräftigen und so Bestand und Dauer zu erlangen, durften jedoch die Rücksichten, denen sie ihre Entstehung und Ausbildung zu danken hat, nicht ausser Acht gelassen werden.

Darunter gehört vor allem andern der leichte ungehinderte Bezug der materiellen Mittel, wodurch sie eben existirt und sich fortzubilden im Stande ist. Während die Zelle durch die übermässige Wandbildung sich gleichsam von der Aussenwelt abzuschliessen sucht, muss sie anderseits darauf Bedacht nehmen, dass dieser Abschluss zu keinem vollständigen wird, denn sie würde dabei nothwendig ihrer ferneren Wirksamkeit ein

Ziel setzen. Dass die Kommunikation, welcher Art sie immer beschaffen sein mag, durch dicke, feste Wände beschwerlicher sein mag, als durch eine leichte dünne Breterwand, ist für sich klar. Wenn nun die Pflanze in der That hie und da gezwungen ist, solche dicke Wände zu bauen, — das ist — ihre in der Regel leichten Bausteine massiv zu machen, so wird sie gewiss nicht ausser Acht lassen, hie und da Oeffnungen zu lassen, oder wenigstens die ursprüngliche Dünnwandigkeit stellenweise beizubehalten.

Dass das nun wirklich auch so geschieht, haben wir bei der Betrachtung der äussersten Zellenschichte der Pflanze bereits erfahren, — aber auch bei den Zellen selbst, diesen kleinen schon ursprünglich verschlossenen Räumen, findet etwas Aehnliches Statt. Mögen sich die Zellen bei der Verdickung ihrer Wände noch so sehr von einander und von der Aussenwelt abschliessen, einzelne, wenn gleich verschlossene Fenster bleiben doch immerhin zurück, und wenn sie auch manchmal wie Kerkerfenster aussehen, tief in der Wandung stehend, durch die die Freiheit nur mit Einem Auge hineinsieht, so beleben sie doch den stillen Raum und scheuchen den Tod zurück. Solche kleine Kerkerfensterlein, so winzig, dass auch ein tausendfach verschärftes Auge kaum hineinzusehen vermöchte, durch die aber unser grosser Pflanzenanatom Hugo v. Mohl zuerst hineinblickte, sind in jeder Zelle in mehrfacher Zahl vorhanden. Nicht blos ihr seltsamer Bau, noch viel mehr ihre Richtung und Kommunikation mit andern Luglöchern ist merkwürdig und beurkundet auffallend, wie im Pflanzenleib eine Zelle ohne der andern nicht bestehen könnte, wenn sie sich vollkommen unabhängig machen wollte. ([15])

Fig. 15.



Es ist nämlich die wunderbare Einrichtung getroffen, dass, wo von einer Kerkerwand ein Fenster hinausgeht, an der anstossenden Wand des nebenstehenden Kerkers ein gleiches Fenster hineingeht, so dass beide Fensterchen an einer und derselben Stelle zusammentreffen und also die einzelnen Kerker- oder Zellenräume in der That eine wahre Kommunikation mit einander haben, obgleich sie auf das Festeste von einander geschieden sind. Wir werden später noch erfahren, was die Zelle, und daher die Pflanze dieser fürsorglichen Einrichtung zu danken hat, und dass ein solches Zellensystem

---

Fig. 15. Dickwandige Zellen durch Intercellularsubstanz vereiniget. Aus einer Palmenfrucht.

Man sieht auf der oberen Durchschnittsfläche nicht blos die schichtenweise Anlagerung der die ursprüngliche Zellwand *aa* von Aussen nach Innen bedeckenden Verdickungssubstanz *bb*, sondern auch letztere nach allen Richtungen durchsetzenden Tüpfelkanale *c*, welche in den verengten Raum der Zellen *d* münden, nach Aussen aber den Schein von Durchlöcherungen — Tüpfel — *e* hervorbringen.

wahrlich dort nicht zu empfehlen wäre, wo es sich um vollständige Abschliessung handelte.

Aber wo die Zelle einmal so weit fortgeschritten ist, dass sie weder Raum für ein Hochzeitsbett noch für die Werkzeuge chemischer und physikalischer Thätigkeit, für Retorten, Schalen, Pumpen u. s. w. hat, lässt sich wohl denken, dass sie wenig mehr als ein Sarg ist, in welchem Liebe und Leben für immer regungslos begraben liegen. So ist es in der Wahrheit im Pflanzenkörper, und alle seine integrirenden Theile, und namentlich jene, die die Lust des Lebens bereits im vollen Masse empfunden haben, legen sich zum Todesschlaf nieder, ohne je wieder zu erwachen. In Mitten des schönen grünen Tempels bricht nach und nach ein Balken um den andern ein; es stürzt eine Säule um die andere um, und noch lange hebt oft der stolze Bau sein Laubdach fröhlich in die Luft, während im Innern längst der Todeswurm (Kernfäule) nagt. Endlich bricht das Ganze zusammen und geht eben so spurlos vorüber, wie es sich unmerklich aufbaute, und eine Welt voll Leben von seinem Dasein abhängig machte.

FÜNFTER BRIEF.

CHEMISMUS DER PFLANZE.

Das Wunderbarste bei der Bildung der Pflanze ist und bleibt immer die Kunst, wie sie aus einigen wenigen Elementen, die sie aus der Luft und dem Boden schöpft, das ganze Material ihres Baues, das, wie bekannt, von der mannigfaltigsten Beschaffenheit ist, zu erzeugen im Stande ist. Das Ganze wird noch seltsamer, wenn man bedenkt, dass alles, was hervorgebracht wird, von den Zellen ausgeht, und dass daher von diesen ausserordentlich kleinen, mikroskopischen Körperchen, von dem was in ihnen und an ihnen vorgeht, die verschiedenartigsten Stoffe ihren Ursprung nehmen, die wir in der Pflanzenwelt wahrnehmen. Wer möchte in diesen kleinen chemischen Laboratorien diese Kraft und Energie suchen, die wir bei all' unserer Kunst in den Laboratorien und chemischen Fabriken nur theilweise und kaum halb so präzise zu Stande zu bringen vermögen.

Lassen Sie mich nun die Pflanze oder vielmehr die Pflanzenzelle als geschäftigen, ja ich möchte sagen, als nie feiernden, bei Tag und Nacht, Winter und Sommer, wenn gleich stets in anderer Weise beschäftigten Spagiriker*) betrachten.

---

*) Der Name Spagiriker wurde im Mittelalter dem Chemiker (Achemisten) als einem der die Stoffe zu lösen, zu trennen (σπάειν) und zu binden, zu vereinigen (ἀγεὶρειν) vermag, gegeben.

Was die Pflanze von Aussen erhält, sind nur einige wenige Grundstoffe, die sich fast nur auf Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff beschränken, denn die Antheile von Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod, so wie von Kali, Natron, Kalk-, Bitter- und Kieselerde u. s. w., die sie noch benöthiget, sind gegen den Verbrauch der ersteren Stoffe als verschwindend klein zu betrachten.

Am meisten bedarf sie Wasser, nicht weil mit demselben alle übrigen Stoffe eingeschmuggelt werden müssen, sondern weil sie ihre ganze Schwarzkunst nur auf dem sogenannten nassen Wege zu treiben im Stande ist, d. h. es nur mit wässerigen Auflösungen zu thun hat. Wenn man durch Versuche, die man mit vieler Genauigkeit über den Verbrauch von Wasser angestellt hat, erfährt, dass ein Morgen Wiesen- oder Getreidefeld 6 Millionen Pfund Wasser und ein eben so grosser Fleck Waldes eher mehr als weniger für die Vegetationszeit bedarf, so muss man wahrhaftig über die Mengen staunen und fragen, ob denn wirklich auch so viel Wasser für einen so kleinen Raum und in so kurzer Zeit aufgebracht werden kann. Wir sehen wohl, dass die unerschöpfliche Quelle, diese Goldader der Prosperität der Pflanzen nur in den himmlischen Gaben des Regens, des Thaues u. s. w. liegen kann, und dass dort, wo der Himmel dieses Füllhorn seiner Gnade nicht ergiesst, auch kein Gedeihen, ja nicht einmal das Vorhandensein einer spärlichen Vegetation möglich ist. Nicht weil die Sahara, die lybische Wüste, das Sandmeer Schamo, die Westküste von Bolivia u. a. m. sandige und felsige Gegenden sind, kann da keine Vegetation aufkommen, sondern weil es an Regen und wässerigen Niederschlägen überhaupt fehlt, denn wie bekannt

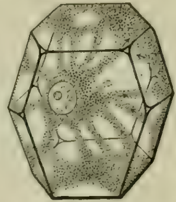
regnet es da nur alle zwölf Jahre einmal, und das nicht immer.

Nächst dem Wasser und den Bestandtheilen desselben ist der Kohlenstoff der wichtigste, denn wir mögen was immer für einen Pflanzentheil auf seine elementare Beschaffenheit untersuchen, so spielt der Kohlenstoff fast immer eine Rolle dabei, in den meisten Fällen sogar die Hauptrolle. Woher nimmt aber die so weit verbreitete Pflanzenwelt ein so grosses Quantum eines Stoffes, der sich bei weitem nicht so häufig auf der Erde findet als das Wasser. Fast möchte es uns bedünken, dass die kleine Quantität von Kohlensäure, welche in der Atmosphäre vorhanden ist, ($^1/_{1000}$ ihres Gewichtes oder $^3/_{10\cdot000}$ bis $^5/_{10\cdot000}$ ihres Volumens) nicht ausreicht, wenn uns die Chemiker nicht berechnet hätten, dass daraus die ganze lebende und abgestorbene Vegetation leicht ihren Bedarf decken konnte und diese Quelle dabei noch lange nicht erschöpft sei.

Der vierte Stoff endlich, der zu den unentbehrlichsten gehört, ist der Stickstoff. Wenn die drei erstgenannten Stoffe auch vorzugsweise das Leibliche der Pflanze ausmachen, und namentlich zur Bildung der Zellwand verwendet werden, so scheint doch bei dem ganzen Bauunternehmen ein Stoff nothwendig zu sein, der das Ganze so zu sagen in den Gang bringt, es unterhält und für seine Vollendung Bürgschaft leistet. Dieser Archaeus, dieser Bürge, der den nöthigen Kredit leistet, ist der Stickstoff. — Der Stickstoff beginnt die Arbeit, macht die Bildung jeder einzelnen Zelle erst möglich und ist überhaupt dort zu treffen, wo es etwas zu thun und zu schaffen gibt. Während Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff

vorzüglich ihre Wirksamkeit auf das Grenzgebiet des Zelllebens beschränken, waltet der Stickstoff im Innern, im Kern der Zelle und leitet alle Vorgänge ein ([16]). Welche Bedeutung die übrigen oben angeführten Stoffe haben, ist vor der Hand noch nicht leicht zu errathen, obgleich ihr Antheil an gewissen Bestrebungen bei dem umfassenden Bauunternehmen nur zu deutlich hie und da bemerkt werden kann.

Fig. 16.



Sind diese einfachen Stoffe nun aus der Aussenwelt in den Organismus, in die Zelle eingeführt, so sind sie noch keineswegs das, was sie werden sollen. Schon ihre Einführung ist nur unter gewissen Rücksichten, nämlich den ihrer Natur und Wirkungsweise entsprechenden Umständen möglich, um wie viel mehr ihr Verhalten gegen einander, sobald sie Bestandtheile der Zellen selbst geworden sind.

Noch ist ein dichter Schleier über jene Vorgänge gezogen, durch die einfache Stoffe zu jenen neuen Verbindungen zusammentreten, wodurch sowohl der Inhalt der Zelle als das Grenzgebilde ihrer Thätigkeit, die Zellenmembran, gebildet wird; und wenn wir auch die Affinitätsgesetze kennen, nach welchen sie nur allein auf einander zu wirken im Stande sind, so ist es uns bisher doch immer noch nicht gelungen, diesen geheimnissvollen Vorgang der Natur in der Art abzulauschen, dass wir im Stande wären, denselben in unseren chemischen

---

Fig. 16. Sowohl der Zellkern (*Cytoblastus*), nämlich das runde, linsenförmige Bläschen mit dem Kernkörperchen, als die ihn umgebende und durch den ganzen Zellraum vertheilte körnige Substanz (*Protoplasma*) besteht vorzüglich aus stickstoffhaltigen Substanzen.

Laboratorien zu wiederholen. Die chemische Wirksamkeit der Zelle ist, wenn gleich nicht in ihren Produkten, so doch in ihrer Synthesis ein Räthsel, und die Pflanze für uns in diesem Anbetrachte noch immer die einzige Goldmacherin, die es gibt.

Berücksichtigen wir die chemische Wirksamkeit der Zelle in ihren Produkten, so lässt sich Folgendes wahrnehmen. Die durch die Verbindung jener einfachen Stoffe hervorgehenden Körper sind mannigfaltiger Art, sowohl rücksichtlich ihrer Zusammensetzung als in Bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften und ihre Bestandform. Doch kann man sie füglich in vier grosse Gruppen bringen; diese sind 1) indifferente stickstofffreie Körper; 2) indifferente stickstoffhaltige Körper; 3) Pflanzensäuren und 4) Körper, welche die Rolle von Alkalien spielen (Pflanzenalkaloide).

Von diesen vier grösseren Gruppen, die eine zahllose Menge untergeordneter verschiedener Körper in sich fassen, gehören nur die beiden ersten unter die verbreitetsten und auch darunter nur einige wenige, welche an der Struktur fast aller Pflanzen Theil nehmen und fast nirgends zu fehlen scheinen, während die anderen sich von mehr oder weniger untergeordneter Natur zeigen und häufig eine sehr beschränkte, oft nur einer gewissen Abtheilung von Gewächsen zukommende Verbreitung besitzen.

Zu den allgemein verbreiteten stickstofffreien Bestandtheilen der Pflanzen gehören: 1) der Zellstoff oder Membranstoff, die ehemals sogenannte Holzfaser, 2) das Stärkemehl *(Amylum)* ([17] u. [18]), 3) der Zucker, 4) das Gummi, 5) die Pflanzengallerte und noch mehrere, die in den verwandtschaftlich-

sten Verhältnissen zu einander stehen und obgleich in verschiedenen äusseren Eigenschaften erscheinen, doch ihrer chemischen Natur nach eins und dasselbe sind. Der Chemiker, der von Hermes Trismegistos an in Zauberformeln zu reden gewohnt ist, ruft mit der Beschwörungsformel C_{12} H_{10} O_{10} alle diese Körper hervor, d. h., wenn

Fig. 17.

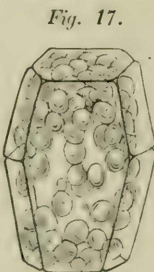


Fig. 18.



ihm einer oder der andere davon gegeben ist. Ein Bischen Salpetersäure oder Schwefelsäure, ein Laugensalz zu diesem oder jenem gebracht, und flugs ist es ein anderer. Stärke in Zucker, Holzfaser in Stärke u. s. w. zu verwandeln, ist ihm eine Kleinigkeit. Dies beweiset aber nur so viel, dass es der Pflanze ebenfalls sehr leicht sein mag, aus eigenen Mitteln solche Verwandlungen vorzunehmen, und in der That ist sie auch zu bewundern, wie sie bald dies, bald das, je nach ihrem Bedarfe zu erzeugen vermag.

Ein Beispiel mag dies erläutern. Keine Pflanze hat, wenn sie sich aus dem Samenkorn entwickelt, noch jene Organe, die ihr später die Nahrungsstoffe zuführen. Sie bedarf derselben anfänglich aber so gut wie nachher, ja noch mehr, da

---

Fig. 17. Eine Zelle aus der Kartoffel mit Stärkemehl (*Amylum*) fast ganz erfüllt.

Fig. 18. Drei Stärkekörner aus derselben Zelle stark vergrössert. Man gewahrt überall einen kleinen Kern als Grundlage, über welchen sich concentrische Schichten von Stärke abgelagert haben.

sie eben im Begriffe steht, ihre Substanz nach allen Richtungen zu vermehren, mit einem Worte Zellen zu erzeugen. Um dies wichtige Geschäft, von welchem allein ihre fernere Erhaltung abhängig ist, vollführen zu können, ist die Einrichtung getroffen, dass der Keim eine grosse Menge für ihn überflüssigen Zellstoff unter der Form von Amylum, Oel u. s. w. von der Mutterpflanze als einen Zehrpfennig mitbekommt. So wie der Same zu keimen anfängt, hat er nichts Angelegentlicheres zu thun, als diese Zehrpfennige in gangbare Münze umzutauschen, und wie von selbst entsteht aus Amylum Zucker, aus Zucker Pflanzengallerte und aus dieser endlich die Zellwand, wodurch die Integrität der Zelle vollendet und der Pflanzenbau damit einen Stein um den andern gewinnt. Solche Beispiele liessen sich noch mehrere anführen, denn es gehört gar nicht zu den Sonderbarkeiten im Pflanzenleben, einen Stoff in den andern übergeführt zu sehen. Das Wunder von Chanaan ist etwas Alltägliches.

Der Chemiker nennt alle diese Körper von jener und dieser ähnlichen Formel Kohlehydrate, was so viel sagen will, als Verbindungen von Kohlenstoff und Wasser oder eigentlich Kohlenstoff (C.) mit den Bestandtheilen des Wassers (H O.). Nun lässt sich wohl denken, dass in manchen Fällen noch ein Ueberschuss von Wasserstoff (H.) oder ein Ueberschuss von Sauerstoff (O.) zu Stande kommt, was in dem einen Falle fette Oele, im andern die Pflanzensäuren, wie z. B. die Apfelsäure, Citronensäure, Gerbsäure, Gallussäure u. a. m. hervorruft. Das Wohlschmeckende und Nahrhafte mancher Pflanzentheile liegt eben in der Kombination dieser mit jenen Pflanzenstoffen, worin insbesondere die Früchte eine so grosse Auswahl darbieten.

Die stickstoffhaltigen Bestandtheile sind ebenfalls entweder indifferent, oder sie tragen am häufigsten die Natur einer Base. Alle jungen Pflanzentheile, die Samen, Knospen u. s. w. besitzen die stickstoffhaltigen indifferenten Stoffe in verhältnissmässig grösster Menge. Der Kleber, das Eiweiss, das Legumin der Pflanzen gehört dahin. Man fasst sie alle mit dem gemeinsamen Namen der Proteïnstoffe zusammen.

Sie sind nicht nur für den Betrieb des Pflanzenbaues von grösster Wichtigkeit, regen und bewegen alles, sind die wahren Hebel und Aufzugsmaschinen, ohne welche alles stille stehen würde, sondern sie sind zugleich jene Stoffe, ohne welche ein Thierleben nicht gedacht werden kann, indem Fleisch, Blut, Milch u. s. w., wodurch sich eben das Thier vor allen andern Wesen so auszeichnet, ihrer Wesenheit nach nicht im Thiere selbst bereitet, sondern als bereits gebildet von der Pflanze hergeholt wird. Diese bedeutungsvolle Beziehung zwischen zwei scheinbar so differenten Wesenreihen deutet ohne Zweifel auf eine nähere Verbindung beider, als man anzunehmen gewohnt ist. Wenn daher Liebig sagt: der Thierorganismus sei eine höhere Pflanze, deren Entwicklung mit denjenigen Materien beginne, mit deren Erzeugung das Leben der Pflanze aufhöre, so ist dies nichts mehr, als was die lauterste Erfahrung an die Hand gibt.

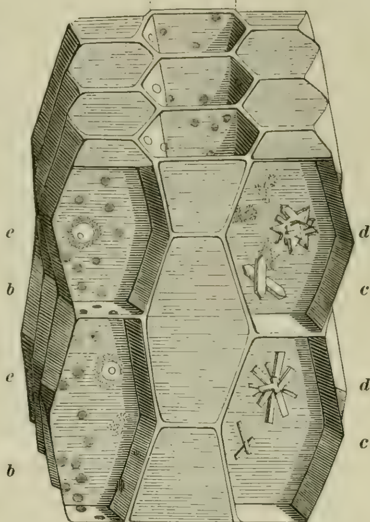
So wie die Pflanzensäuren, so sind auch die stickstoffhaltigen Alkaloide weniger als nothwendige Bestandtheile, als vielmehr als Nebenprodukte im chemischen Laboratorio der Zelle zu betrachten und mögen so wie die anorganischen Basen, welche von Aussen aufgenommen werden, nur den Zweck haben, bald hier bald dort etwas auszugleichen (neutralisiren),

was nicht ohne schärfer hervortretende Differenzen hervorzubringen möglich war. Wo das nicht thunlich ist, wo jene Differenzen, ohne ins Gleichgewicht gebracht zu werden, sich vielmehr steigern und anhäufen, da ist auch der Fortbestand des Ganzen gefährdet. Die Pflanze ohne diese stetige Selbstversöhnung müsste sich im Kampfe ihrer Elmente und Stoffe von selbst aufreiben.

Wird dies dort und da zuweilen unmöglich oder nur theilweise möglich gemacht, so ist die nothwendige Folge Erkrankung und Tod. Ein solches bleibendes Siechthum aus dieser Quelle finden wir nur zu häufig an unseren Kulturpflanzen, daher dem Gartenbau sowohl als dem Feldbau noch viel zu thun bleibt, um diese Fehlerquelle in der Behandlung ihrer Schützlinge zu vermeiden. Was Liebig in dieser Beziehung als Diätetiker und Prophylaktiker gethan, weiss die ganze Welt.

Um noch einmal einen Blick in das Innere der Pflanze zu thun und die verschiedenen Vorgänge, die sich da im Stillen fortspinnen, zu betrachten, so können wir nicht genug unser Erstaunen darüber ausdrücken, welche Reihenfolge der verschiedensten chemischen Vorgänge in einem und demselben mikroskopischen Laboratorio vorgehen, und wie selbst in dem Gewebe von Zellen einer und derselben Pflanze, eines und desselben Pflanzentheiles, ja oft ganz nachbarlichen Zellen die verschiedenartigsten chemischen Produkte zum Vorschein kommen. Hier eine Zelle voll mit wässerigem Pflanzensaft, in welchem Gummi oder Schleim aufgelöset ist, dort eine, in welcher noch Zucker zur Lösung hinzutritt, diese mit Amylumkörnern erfüllt, jene voll Oeltröpfchen, — hier ganze

Gruppen von Zellen mit grünen, dort mit rothen, gelben, blauen Farbestoffen erfüllet; hier Bündel, dort Drusen von Krystallen einschliessend. (19) Etwas Mannigfaltigeres lässt sich kaum sehen, als das, was jeder Durchschnitt was immer für eines Pflanzentheiles durch das Mikroskop betrachtet, darbietet.



Wie verändert erscheint nun das bisher durchgeführte Bild eines Mauerwerkes aus gleichartigen Massen, womit wir die Pflanze verglichen, bei der jeder Stein nicht blos ein Haus für sich darstellt, sondern in dem sogar die verschiedensten Geschäfte abgethan werden. Wahrlich ein Blick in dieses seltsame Bauwerk, wo man von Stufe zu Stufe in neue unbekannte Räume geräth, wo man mit aller Schärfe des Auges kaum über die Vorhalle des ersten vorzudringen im Stande ist, gewährt nicht viel anderes als ein Blick in die Tiefe des Sternenhimmels, in dem die Nebelstreifen der Welteninseln uns eben so verbergen, was hinter ihnen vor sich geht.

Fig. 19. Parenchymatische Zellen mit grünen Farbebläschen (Chlorophyllbläschen) *b*, — mit Krystallen *c* und Krystallgruppen *d* erfüllet. In einigen derselben findet sich noch der Zellkern *e*.

SECHSTER BRIEF.

AUFNAHME UND VERTHEILUNG DER NAHRUNGSSTOFFE, AUSSCHEIDUNG DES WASSERS.

Wenn wir uns den Bau der Zelle noch einmal recht vergegenwärtigen, so können wir sie nicht anders als eine von allen Seiten verschlossene Kammer denken. Soll diese bestehen, soll sie sich vergrössern und in sich sogar neue Kammern zimmern, so muss sie den Bedarf dazu von Aussen beziehen. Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und was sie sonst noch an Alkalien und Erden bedarf, kann unter diesen Umständen nur in luftförmiger oder flüssiger Form in sie gelangen: der Kohlenstoff also nur als Kohlensäure, der Stickstoff als Ammoniak, die Erden und Alkalien nur als Salze, — alles vom Wasser aufgelöset. Die mit einer grösseren oder geringeren Menge von Flüssigkeiten erfüllte Zelle kann diese Rohstoffe, ihre Nahrung, ferner nur aufnehmen, wenn sie mit diesen in unmittelbaren Kontakt tritt. Hierin beruht das ganze Geheimniss der Aufnahme der Nahrungsstoffe, hierin auch die ganze Weiterbeförderung in dem Falle, als die Pflanze aus mehr als Einer Zelle besteht. Zu dem ganzen Vorgange bedarf es weder eines Pumpwerkes noch einer Hebmaschine. Alles geschieht aber doch so präcise wie

in der besten Maschinerie und dabei so unmerklich, dass in der That nicht die geringste Kraftanstrengung dabei nöthig ist, als jene, welche Flüssigkeiten von ungleicher Dichte oder Körpertheilchen überhaupt auf einander ausüben. Auch hier erweiset sich von Neuem die grosse Meisterschaft des Pflanzenarchitekten, der allen Apparat verschmäht, und doch schneller und sicherer zum Ziele gelangt, als die Erbauer aller unserer grossen Bauwerke. Haben wir früher die Pflanze als Chemiker zu bewundern Gelegenheit gehabt, so wird das nicht minder in Anbetracht ihrer physikalischen Tüchtigkeit und Vollendung der Fall sein.

Das erste und wichtigste Geschäft für den Betrieb des Lebens bleibt die Zufuhr der Nahrungsflüssigkeit, mit der die Pflanze durch ihre unteren im Boden stehenden Theile fast immer in Berührung kommt. Das mit kleinen Mengen von Kohlensäure, Ammoniak und einigen Salzen geschwängerte Wasser kommt da mit den äussersten Zellen der Pflanze in Berührung, die natürlich von ganz anderen Säften, immerhin aber mit concentrirten Flüssigkeiten erfüllet sind.

Zufolge des Gesetzes des Austausches ungleichartiger Flüssigkeiten können dieselben keinen Augenblick neben einander existiren, ohne auf einander einzuwirken.

Wenn wir ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Glas langsam mit rothem Weine voll machen, so werden zwar eine Zeit lang beide Flüssigkeiten durch scharfe Grenzen von einander geschieden bleiben; nach und nach werden sie sich aber zu vermischen anfangen und zuletzt wird es keinen Flüssigkeitstheil mehr geben, der nicht Wein und Wasser zu denselben Theilen vermischt darstellte. Diess geschieht auch, obgleich

etwas langsamer, wenn beide Flüssigkeiten durch eine Haut von einander getrennt sind, oder wenn eine derselben in eine Blase gefüllt mit der andern in Berührung kommt. Die Blase hindert die Einwirkung der Flüssigkeiten auf einander nicht, da sie dieselbe durchdringend immer wieder zusammentreffen und sich ins Gleichgewicht setzen müssen. Ist die koncentrirtere Flüssigkeit von der Blase eingeschlossen, so wird mehr von der minder koncentrirten in diese übergeführt, als von derselben nach Aussen austreten. Die Blase wird sich füllen und endlich sogar bersten; ist jedoch umgekehrt die koncentrirtere Flüssigkeit ausserhalb der Blase, so wird ihr Inhalt vermindert und dieselbe nach und nach zusammenfallen. Von diesen beiden Verhältnissen findet nur das erstere bei der Pflanzenzelle statt, die mit der überall verbreiteten verdünnten Nahrungsflüssigkeit in Berührung tritt; es kann nicht anders als ein Eintritt derselben in die Zelle erfolgen, oder wie es die Physiker nennen, eine Endosmose stattfinden.

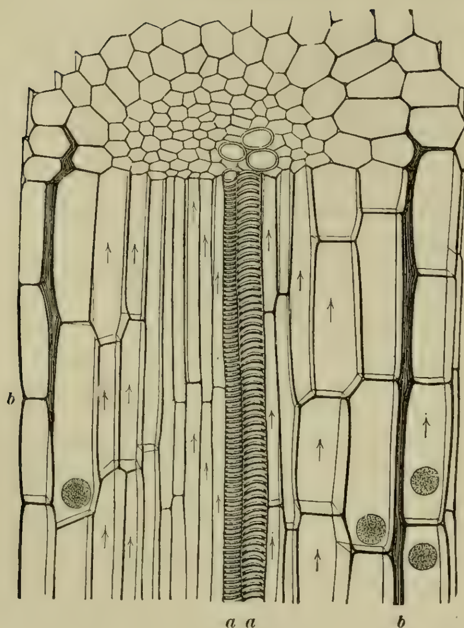
Bei dem gewöhnlich vorkommenden Koncentrationsgrade des Zellinhaltes lässt sich sogar berechnen, dass dieser Eintritt der Flüssigkeit in den Zellraum mit einer Kraft geschieht, welcher dem Drucke von anderthalb Atmosphären das Gleichgewicht hält, somit auf einem ganz gewöhnlichen physikalischen Vorgang beruht, der sich schätzen und messen lässt.

Allein nicht bloss die Aufnahme, sondern auch die Weiterförderung und Vertheilung der Säftemasse erfolgt bei der Pflanze, welche aus einer Mehrheit solcher Saugapparate besteht, auf dieselbe Weise, vorausgesetzt, dass die verschiedenen Zellen, woraus sie besteht, Flüssigkeiten von verschie-

denen Koncentrationsgraden und Quantitäten enthält, was auch der Fall ist.

Gummilösungen, Zuckerlösungen und Proteïnsubstanzen nehmen hierin einen sehr verschiedenen Antheil, und jene Zellen werden unter übrigens gleichen Umständen immer mehr Säfte an sich ziehen, in welchen sich die meisten Proteïnstoffe befinden. Da diess die jungen eben in der Entwicklung begriffenen Zellen sind, so muss eben dahin der Saftstrom ganz vorzugsweise geleitet werden. Dieser Umstand führt aber einen andern herbei, der mit der Ausbildung der Zellen selbst in direktem Zusammenhange steht, und der darin besteht, dass, wenn die Richtung des Saftstromes durch diese Umstände bedingt ist, auch die Ausbildung der Zelle sich darnach richten muss. Es wird die anfänglich rundliche Zelle, durch welche fort und fort der Saftstrom eine und dieselbe Richtung befolgt, eben in derselben eine stärkere Ernährung und dadurch einen grösseren Zuwachs erhalten, so dass man aus der ungleichen Vergrösserung derselben auf die Richtung des Saftstromes schliessen kann. Alle verlängerten Zellen, alle schlauchartigen, cylindrischen und prismatischen Formen haben offenbar hierin ihren Ursprung und die früher erwähnten Gefässe sind nichts anders, als solche früh altgewordene und abgestorbene Cylinderzellen, in welchen der Saftstrom auf das Lebhafteste vor sich ging, und selbst in der ausgebildeten Pflanze bezeichnen eben die Bündel solcher Zellen und Gefässe (Gefässbündel) die früher vorhandene und theilweise noch stattfindende Richtung des Saftstromes ([20]).

Es geht aber aus dieser Einrichtung von selbst hervor, dass die Pflanze keine solchen Kanäle bedarf, in welchen die



Nahrungsflüssigkeiten weiter befördert werden, wie sie die Thiere nöthig haben, wo die Ernährung und Wiedererzeugung der Substanz ganz andern Bedingungen unterworfen ist, als wie in der Pflanze.

Die ganze Aufnahme und Vertheilung der Säfte der Pflanzen und als Folge davon die Ernährung und das Wachsthum hängt sonach von der Beschaffenheit der Zellmembran und von den in den Reihen der Zellen selbst fort und fort zunehmenden Koncentrationsgrade des flüssigen In-

---

Fig. 20. Wenn man eine weissblühende Hyacinthe, ohne sie aus dem Topfe zu nehmen, mit dem geklärten Safte der Kermesbeere (*Phytolacca decandra*) begiesst, so gewahrt man schon nach einigen Stunden eine röthliche Färbung der Blüthen, was nur daher rühren kann, dass der intensiv rothe Saft der Kermesbeere unverändert von den Wurzeln aufgenommen, durch den Schaft weitergeführt und bis in die farblosen Zellen der Blüthenhülle geleitet wird. Indem man alle diese Theile von oben bis unten anatomisch untersucht, lässt sich ganz augenfällig der Weg nachweisen, auf welchem die Saftleitung geschah. Ein Stückchen aus dem untern Theile der Blüthenhülle, welches Fig. 20 darstellt, zeigt, dass alle mit Pfeilen bezeichnete Zellen den rothen Saft der Kermesbeere enthielten und auch weiter nach aufwärts nach der Richtung der Pfeile geführt haben. Es zeigt sich ferner, dass bei dieser Saftführung sich weder die Spiralgefässe *a . a*, noch die Luftgänge *b . b* betheiligten.

haltes ab. Ohne der Eigenschaft der Cellulose oder des Membranstoffes für wässerige Flüssigkeiten durchdringlich zu sein, ohne von denselben aufgelöset und verflüssiget zu werden, würde überhaupt kein Bestand der Zelle im Konflikte mit Wasser und Feuchtigkeit, und überdies keine Aufnahme derselben in das Innere möglich sein. Ohne reihenweise zunehmende Koncentration der Säfte in den Zellen, würde eben so wenig eine Mittheilung von einer in die andere erfolgen können.

Um das Letztere zu bewirken, sind zwei Vorgänge unumgänglich nothwendig, wovon der eine das nöthige Mass der Koncentration unabhängig von aller chemischen Veränderung fort und fort regulirt, der andere die Umwandlung der aufgenommenen Flüssigkeit einleitet und auf chemischem Wege zu demselben Zwecke gelangt. Beide Prozesse, oft in ihren gegenseitigen Wirkungen gestört, bringen doch in ihrer Kompensation hervor, dass nie ein Stillstand in der Bewegung eintritt und daher auch jeder Pflanzentheil zu allen Zeiten den nöthigen Bedarf von Bildungsstoffen erlangt. Der eine Vorgang ist der der Verdunstung, der andere jener der Assimilation.

Mit alleiniger Ausnahme der Wasserpflanzen sind alle Gewächse, und wenn sie auch nur aus einer einzigen Zelle bestehen, theilweise der Luft ausgesetzt, die nicht ohne Einwirkung auf sie bleiben kann. Die auffallendste Wirkung davon ist die Verdunstung des Wassers, welches die Zellhaut stets erfüllt, und welches daher immer wieder von Innen aus ersetzt werden muss. Es kann nicht anders kommen, als dass zuletzt die Säfte im Innern der Zelle nach und nach

ärmer an Wasser, somit koncentrirter werden, und die weitere Folge davon ist, dass der Saftstrom dahin gerichtet sein wird, wo sich das Bedürfniss von Wasser am meisten zeigt.

Würden bei mehrzeiligen Pflanzen die Zellen der äusseren Schichten gleich jenen der inneren Schichten gebaut sein, so wäre nicht abzusehen, warum der Ersatz von Flüssigkeit nicht bei allen in gleichem Masse erfolgen, und warum der Saftstrom nicht gleichmässig nach der ganzen Peripherie der Pflanze stattfinden sollte.

Dem ist aber nicht so, da gerade die peripherischen Zellschichten so manche Einrichtung haben, wodurch die Verdunstung erschwert und verlangsamt wird, in Folge dessen es gewissen andern Theilen des Zellgewebes möglich wird, den Saftstrom an sich zu ziehen. Nur durch diese sinnreiche Einrichtung gelingt es der Pflanze, den von Zelle zu Zelle fortschreitenden Strom der Säfte an jene Stellen zu ziehen, wo vorzugsweise Neubildungen stattfinden. Indess gibt es nicht wenige Theile der Pflanze, die der Verdunstung des Wassers ganz besonders unterworfen sein müssen, und das sind alle jene, welche bedeutende Flächen darbieten, also die Blätter. Man kann sagen, dass diese Organe, indem sie die Verdunstung befördern, ganz vorzugsweise die Erneuerung des Zellinhaltes und den Stoffwechsel überhaupt begünstigen und daher als die wichtigsten Hebel des Wachsthumes angesehen werden müssen. Wenn man bedenkt, dass ein Blatt von mittelmässiger Grösse täglich im Durchschnitt 1—2 Grammen Wasser ausdünstet, und dass dies für die ganze Pflanze und für einen Morgen Landes berechnet in dem ersteren Falle wenigstens 50 Grammen, im anderen 60,000 Pfund be-

trägt, so ist der oben für die ganze Vegetationszeit angeführte Bedarf eines Morgen Landes von 6 Millionen Pfund wohl ganz begreiflich. Von dieser enormen Menge kommt indess kaum ein Drittel für die verschiedenen Stoffbildungen der Pflanze zu Gute.

SIEBENTER BRIEF.

ASSIMILATIONS-ERSCHEINUNGEN

Ich darf wohl voraussetzen, dass keiner meiner Leser bei der Erzählung der Vorgänge, welche die Wasseraufnahme sowohl als die Wasserabgabe durch die Verdunstung begleiten, sich diese so gedacht haben wird, als ob das Wasser dabei eine rein transitorische Rolle spielte. Es ist zwar wahr, dass das durch den Pflanzenorganismus durchströmende Wasser ganz eigentlich das Mühlrad der Betriebsamkeit in Bewegung setzt, allein es ist eben so wahr, dass es in den aufgelösten Nahrungsmitteln der Kohlensäure, des Ammoniak's u. s. w. zugleich das zu Verarbeitende mitführt und sich dabei selbst dadurch betheiliget, dass es wenigstens zum Theile aufhört Wasser zu bleiben, und so in die Verwandlung der Stoffe mit eingeht. Es würde gegenwärtig noch ein sehr vermessenes Beginnen sein, das Wasser sowohl als die übrigen darin aufgelösten Stoffe auf ihren Wanderungen sowohl als in ihren Metamorphosen zu verfolgen, doch so viel ist gewiss, dass dieselben in die Zellen eingedrungen, bald ihren ursprünglichen Charakter verlieren, und nur das, was der Veränderung, d. i. der neuen Kombination nicht zusagt, mehr oder weniger in der primitiven Form von Zelle zu Zelle fort-

zieht und nicht selten so wie es aufgenommen wurde, wieder ausgeschieden wird. Die Säfte der Pflanzen, aus welchen Theilen wir sie immer nehmen, enthalten, mit wenigen Ausnahmen weder Kohlensäure noch Ammoniak, noch humussaure Salze, sondern fast durchaus andere Verbindungen der Elementarstoffe, und beweisen daher, dass sie bereits mehr oder minder zu Assimilationsprodukten umgeschaffen wurden. Von der Energie, womit diese Verwandlung betrieben wird, die aber natürlich ganz vorzüglich von Aussenverhältnissen, namentlich von der Temperatur und dem Lichteinflusse abhängig ist, sind mehrere Erscheinungen abzuleiten, die nicht unwichtig, sowohl für die Pflanze selbst, als für den Haushalt der gesammten Natur sind. Zu diesen Erscheinungen gehört vor allen andern das Verhältniss der Pflanzen zur umgebenden Atmosphäre. Aber auch hierin dürfen wir keine andern Vorgänge erwarten, als die sind, welche sich aus chemischen und physikalischen Gesetzen als nothwendig ergeben müssen.

Es lässt sich aus dem, was die Pflanze von Aussen aufnimmt, und was sich in der Folge eben daraus hervorgebildet hat, sehr deutlich entnehmen, dass sie dabei keine geringe Menge von Sauerstoff erübriget. Dieser Sauerstoff muss abgeschieden werden, und da die Pflanzensäfte selbst nur eine geringe Quantität aufzunehmen im Stande sind, so muss aller Ueberschuss an die Atmosphäre abgegeben werden. In der That findet sich dies auch durch die Erfahrung bestätiget, und namentlich bemerken wir unter jenen Umständen, welche eine raschere Umwandlung der Stoffe, also einen grösseren Verbrauch von rohen Nahrungsmitteln herbeiführen, die Aus-

scheidung von Sauerstoff in einem bedeutenden Masse gesteigert. Es ist wohl begreiflich, dass bei direkter Einwirkung der Sonne und des Lichtes überhaupt die Geschäftigkeit der Pflanze sichtlich zunimmt. Wir sehen desshalb auch die Entwicklung von Sauerstoffgas aus der Pflanze unter diesen Umständen bedeutend vermehrt. Blätter und grüne Pflanzentheile überhaupt unter Wasser gebracht und dem Sonnenlichte ausgesetzt beschlagen sich bald dicht mit Luftbläschen, die gesammelt und untersucht sich als Sauerstoffgas zu erkennen geben. Die Quantitäten von Sauerstoffgas, welche sich in heiteren Sommertagen auf Wiesen und in Wäldern entwickeln, kann daher nicht unbedeutend sein. Der schattige Baum wirkt nicht blos durch seine Kühle einladend auf uns, sondern ohne dass wir es merken, auch noch durch das Wohlbehagen, das mit der Einathmung einer sauerstoffreicheren Luft nothwendig verbunden ist. Die raschere Konsumtion der Nahrungsmittel und namentlich der durch das aufgenommene Wasser eingeführten Kohlensäure reicht unter diesen Umständen sogar nicht einmal aus, und die ihrer Kohlensäure ganz und gar beraubten Pflanzentheile suchen, da die eine Quelle nicht mehr genügt, sie auf was immer für eine Weise zu erhaschen. Hierzu sind aber alle peripherischen Pflanzentheile, die mit der Luft in Berührung stehen, ganz geeignet. Die in ihnen enthaltenen Säfte werden ihrer ganz auf dieselbe Weise habhaft, wie ein jedes Wasser, das der Luft ausgesetzt wird, sich mit Kohlensäure schwängert. Die Pflanze empfängt dabei dem Volumen nach oft eben so viel, als ihre ganze Flüssigkeitsmenge beträgt. Wir sehen also, dass mit der Ausscheidung von Oxygen zugleich

eine Aufnahme von Kohlenstoff stattfindet, und dass beide Prozesse ganz und gar von den chemischen und physikalischen Vorgängen in der Pflanze und um die Pflanze abhängig sind. Es darf uns daher keineswegs Wunder nehmen, wenn unter veränderten Verhältnissen, wo das Licht nicht einwirkt und alle Prozesse der Assimilation verlangsamen, auch ein ganz anderes, dem ersteren fast entgegengesetztes Resultat zu Tage kommt.

Betrachten wir dieselbe Pflanze, die bei Tage Sauerstoffgas entband und Kohlensäure aus der Luft aufnahm, bei der Nacht. Da die Thätigkeit der Aufnahmsorgane bei hinreichender Nahrung zu allen Zeiten fast dieselbe erscheint, die Assimilation und der Verbrauch aber sich vermindert, so kann es nicht anders kommen, als dass Kohlensäure im Pflanzensafte sich dergestalt anhäuft, dass sie in demselben nicht mehr aufgelöset erhalten werden kann, und wie nur immer Gelegenheit dazu ist, unverdaut wieder abgegeben wird.

Dazu sind nun wieder die peripherischen Pflanzentheile, die mit der Luft in Berührung stehen, am geeignetsten, und dieselben Organe, die bei Tage ein Bedürfniss zur Aufnahme selbst der geringen in der atmosphärischen Luft enthaltenen Kohlensäure zeigen, sind es, die bei Nacht die Abgabe noch viel grösserer Quantitäten derselben vermitteln. Dabei kommt es nun ganz natürlich, dass wegen Mangel des freien Sauerstoffes in den Pflanzensäften, ein Uebertritt desselben aus der Luft, mit andern Worten eine Absorbtion nothwendig stattfinden muss; doch ist derselbe immerhin nur sehr gering und beträgt nach den hierüber angestellten Versuchen höchstens

4.5 Procent bis 6.5 Procent des Volumens der in der ganzen Pflanze enthaltenen Flüssigkeit.

Die Ausscheidung der Kohlensäure bei Nacht hält der Aufnahme derselben bei Tage keineswegs das Gleichgewicht. Es wird also immerhin von der Pflanze mehr konsumirt, als an die Atmosphäre zurückgegeben. Diess hat denn die Folge, dass die Luft in den Thälern und auf mässigen Gebirgshöhen, die mit einer reichen Vegetation bedeckt sind, allerdings zeitweilig etwas ärmer an Kohlensäure ist, als jene höherer Regionen, allein hier hilft die Bewegung der Luft sogleich wieder das gestörte Gleichgewicht in den Bestandtheilen derselben in Ordnung zu bringen.

So sehen wir denn, wie selbst unter allen Verhältnissen für das Gedeihen der Pflanze gesorgt ist, wie sie fast überall das, was sie bedarf, findet, und ihre Existenz daher nicht im Mindesten Zufälligkeiten anheimgestellt ist.

Obwohl wir noch Laien sind, und uns kaum die allereinfachsten Prozesse, die bei der Entstehung der Pflanzensubstanz stattfinden, zu erklären vermögen, so sehen wir doch, wie nichts ohne Gesetze vor sich geht, und die Bildung auch nur Eines Atomes Zucker oder Zellsubstanz von Tausend einleitenden Prozessen vorbereitet wird und eben so viele weitere Vorgänge der Lebensthätigkeit der Pflanze zur Folge hat. Wie aus den aufgenommenen kohlensauren Salzen nach und nach oxalsaure, andere pflanzensaure, pektinigsaure Salze, endlich nach anderweitiger Bindung der Basen, Zucker und die verwandten Kohlehydrate daraus gebildet werden können, lässt sich bis jetzt zur Noth noch erklären; aber schon anders ist es mit den stickstoffhaltigen Pflanzenbasen und mit den

Proteïnkörpern selbst, für deren Entstehung wir noch zur Stunde nicht die geringsten Anhaltspunkte besitzen.

Das Licht aber, welches ein deutscher Physiolog, M. J. Schleiden, in diese bisher so dunkle, von falschen Voraussetzungen wimmelnde Partie der Botanik gebracht hat, die glänzenden Erfolge, die er der Wissenschaft durch die Schärfe seines Verstandes gesichert hat, lässt erwarten, dass die Finsterniss von nun an verscheucht ist. Werden es sich die kommenden Pflanzenphysiologen zur Aufgabe machen, Retorte und Phiole selbst in die Hand zu nehmen, und es nicht dem Chemiker überlassen, was er ihnen, nach andern Zwecken trachtend, nebenbei mitgibt, so lässt sich auch für dieses bisher so sehr in Schatten gestellte Studium eine reichere Ausbeute erwarten, die hinwieder nicht lange brach liegen wird, um das wichtigste Gewerbe, den Ackerbau, zu einer rationellen Kunst zu erheben. — Doch in welche Zukunft führen mich meine schönen Träume!

ACHTER BRIEF.

GESTALTUNG DER PFLANZE. GRUNDORGANE

Mit der Bildung organischer Substanzen aus anorganischen Verbindungen der einfachen Stoffe ist für die Pflanze wohl das Gummi, der Zucker, der Zellstoff, das Proteïn u. s. w. gegeben, allein es fehlt noch sehr viel, dass dieselben auch in der Form erscheinen, wie wir sie in der Pflanze als Theile der Zellen wahrnehmen. Die Kraft, die ihnen die bestimmte Form ertheilt, ist jedenfalls von der chemischen Affinitätskraft verschieden und ohne sie näher zu kennen, hat man sie mit dem Namen Bildungstrieb bezeichnet. Dieser ist es nun, welcher die Proteïnstoffe zu kugelförmigen Massen zusammenballt, dieser ist es, welcher über sie eine Schichte von Cellulose abscheidet und so den ersten Entwurf der Gestaltung der Zelle zu Stande bringt. Auch ist es keine andere Kraft, als der Bildungstrieb, welcher dies Geschäft unendliche Male wiederholt und eben dadurch nicht blos die Ausbildung von Zellenkomplexen bedingt, sondern auch für die Vervielfältigung derselben Sorge trägt. Mit einem Worte, der Bildungstrieb, jene zwar in ihren Wirkungen keineswegs, aber in ihrem Wesen bisher bekannte Kraft, der eigentliche

Werkmeister der Pflanze ist es, welcher ihr das Dasein gibt, sie erhält und vervielfältiget, und von dem in letzter Instanz ohne Zweifel auch die Verschiedenheit der Form abhängt, in die sich die Idee der Pflanze gekleidet hat und noch fortan kleidet.

Wenn wir auch in der Natur manche Vorgänge erblicken, die der Bildung der Elementartheile der Pflanzen ähnlich sind, wie z. B. die Bildung der Krystalle, so ist die Entstehung jener genauer betrachtet, doch himmelweit von dieser verschieden und eben darum Zelle und Krystall, Pflanze und Mineral durchaus nicht mit einander zu vergleichen.

Doch gehen wir über die Entstehung der Zellen hinaus, so eröffnet doch die Art und Weise ihrer Vereinigung noch so viele Fragen, dass wir gerne länger in diesem zugänglicheren Gebiete der Forschung verweilen wollen, als in jenen Tiefen, die wir selbst mit der glücklichsten Abstraktion noch kaum zu ergründen im Stande sind.

Durchmustern wir die Pflanzen, aus welchen Regionen der Erde, aus welchen Perioden der Schöpfung sie immer kommen mögen, so lässt sich in den so mannigfaltigen Formunterschieden doch nur eine einzige durchgreifende Grundverschiedenheit wahrnehmen. Alle Pflanzen ohne Ausnahme sind entweder nur Zelleinheiten, d. h. sie bestehen nur aus einer einzigen Zelle oder sie sind Komplexe einer grösseren oder geringeren Anzahl von Zellen. Jene sind einzellige, diese vielzellige Pflanzen. Bei der Vielgestaltigkeit der Zelle lässt sich wohl voraussehen, dass auch einzellige Pflanzen sich sehr mannigfaltig auszubilden im Stande sind, doch wird diese Mannigfaltigkeit immerhin

gegen die Reichhaltigkeit zusammengesetzter Formen weit nachstehen müssen.

Da wir bereits aus dem Vorhergehenden wissen, dass die Mehrzelligkeit der Pflanzen nur die Folge der Generationsthätigkeit der ursprünglich Einen Zelle ist, so drängt sich uns zunächst die Frage auf, ob den einzelligen Pflanzen dieses Vermögen fehlt. Wir antworten darauf Ja und Nein. Nein in so ferne, als auch die einzelligen Pflanzen sich fortzupflanzen vermögen, und Ja in so ferne, als zwischen der Fortpflanzung dieser und jener ein bedeutender Unterschied ist, sc dass was jene so zu sagen auf den ersten Streich erreichen, bei diesen nur durch Reihen von Zeugungen möglich ist.

Es ist ein tiefsinniger Gedanke, der durch die ganze belebte Natur dringt, dass bei der Hinfälligkeit der Einzelwesen, die schon mit ihrer Entstehung gegeben ist, dennoch ihr Bestand in der Zeit dadurch gesichert ist, dass sie mit demselben Entwicklungsvermögen ausgerüstete Keime von sich abzustossen vermögen. Nicht blos die Erzeugüng solcher Keime, sondern auch die Abstossung von dem Mutterkörper und ihre Individualisirung bedingt jenen Vorgang, den man Fortpflanzung zu nennen gewohnt ist. Nur durch die fortwährende Bildung sich sondernder, ablösender und für sich bestehender Zellen bleibt eine Pflanze einzellig; wo das nicht der Fall ist, wo die erzeugten Zellen sich nicht von der Mutterzelle trennen, wo sie sogar aufhören weiter produktiv zu werden (Dauerzellen), entsteht ein Zellenkomplex. Allein auch in solchen Zellenkomplexen gelingt es, nach Reihen auf einander folgender Zellen solche sich ablösende, sich sondernde Zellen, wahre

Fortpflanzungszellen hervorzubringen. Die ganze grosse, die Erde umfassende, durch alle Zeiten dringende Pflanzengestaltung bewegt sich einzig und allein um die frühere oder spätere Erreichung dieses Zieles, und die ganze Fluth der Gestalten, die tausendfältigen Formen der Gewächse drücken in der That nichts anderes als diese Oscillation zwischen unendlich weit von einander abstehenden Grenzen aus. Die Erringung der Fortpflanzungszelle ist das einzige Bestreben der Pflanze, und wo sie diese nicht rasch erreicht, ist sie genöthigt die mannigfaltigsten Wege einzuschlagen, die seltsamsten Vorarbeiten ins Werk zu setzen, und so eben das hervorzubringen, was wir Pflanze nennen, und das uns in seiner Mannigfaltigkeit so wunderbar anspricht.

Es kann hier nicht die Absicht sein, den Bildungstrieb der Pflanzen in allen seinen Phasen zu verfolgen, doch können wir es nicht ausser Acht lassen, wenigstens das Wesentliche der Pflanzenformen mit Einem Blicke zu durchspähen.

Es ist sehr einflussreich für die Bedeutung der Grundform des Pflanzenbaues, wenn wir selbst in den einzelligen Pflanzen hie und da eine solche Vertheilung gewisser Bildungen wahrnehmen, wie sie bei den meisten Zellenkomplexen erscheinen. Das runde Bläschen der Zelle dehnt sich vorerst nach zwei einander entgegengesetzten Richtungen aus, und wird zu einem der Erde zugekehrten und in die Luft sich verlängernden Schlauch ([21]). Die in der Erde vorhandenen Nahrungsstoffe und ihre Gewinnung einerseits, so wie die Hingebung an Luft und Licht für ihre Assimilation andererseits, scheinen die vorzüglichsten Momente zu sein, die die Zelle zum auf- und abwärtswachsenden Schlauch, zum Vorbilde

Fig. 21.



von Stamm und Wurzel, d. i. zur Achse bestimmen. Indess bleibt es dabei nicht stehen. Sowohl von der einen als von der anderen Richtung geht noch ein zweiter Gegensatz aus, gleichsam eine Wiederholung der Achse, — im absteigenden Theile als grössere oder kleinere Aussackungen, — im oberirdischen Theile ebenfalls als Aussackungen, aber von jenen verschieden.

Wer erkennt in dieser einfachsten Form, in der die Pflanze so erscheint, nicht alle wesentlichen Organe, die sich selbst im Komplexe von Zellen immer wieder geltend zu machen suchen. Eine Achse ist es, die sich vor allen aus den einzelnen Zellenelementen aufzubauen sucht mit dem Bestreben, sich nach den beiden entgegengesetzten Enden zu verlängern, ein lebender Magnet, der an beiden Polen anzieht und abstosst, und sowohl mit der Erde als mit der Luft in einem steten Wechselspiele von Stoffen begriffen ist, durch die er eben nur zu existiren im Stande ist, der negative Pol der Erde, der positive der Luft und dem Lichte zugekehrt.

Fast nirgends in der Pflanzenwelt bleibt es jedoch bei dieser einfachen Achse. Das Bestreben ihrer Vervielfältigung, — ihrer Entäusserung tritt allenthalben hervor, und so gehen ähnliche Zellenkomplexe aus der primitiven Anreihung als

Fig. 21. Eine einzellige Pflanze aus der Klasse der Algen, nämlich *Botrydium argillaceum Wallr.* — Aus einem runden Bläschen durch Ausdehnung nach entgegengesetzten Richtungen entstanden, ist es ein Vorbild der komplizirtesten Pflanzengestalt.

sekundäre Achsen hervor, auf der tiefsten Bildungsstufe allerdings noch die Form der primären Achse deutlich wiederholend, bei weiterer Ausbildung im Pflanzenreiche, von der Achsenform mehr oder minder abweichend. So entstehen auf der einen Seite der Achse jene so mannigfaltig gestalteten Anhangsorgane, die wir Blätter nennen, während nach der andern Seite die ursprüngliche Achsen- oder Cylinderform in den 'Ausstrahlungen der Wurzel in wenigen Abänderungen erhalten bleibt.

Auf diese Grundform der ausgebildeten Zelle, wie sie in einigen Algen *(Botrydium, Valonia, Caulerpa)* u. s. w. erscheint, — auf diese Grundform, die sich in den einfachsten Zellenkomplexen zu erkennen gibt, lassen sich alle noch so mannigfaltigen Formen des Gewächsreiches zurückführen, und wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als walte nicht das Lineare in der Anordnung der Elementartheile vor, so ist es doch überall versteckt, theils durch das relative Uebergewicht anderer Bildungsrichtungen, theils durch später aufgedrungene mit jenem nicht in ursächlichem Verbande stehender Massenentwicklung, so dass wir selbst in den ungestaltetsten und in den ausgesprochensten Flächenformen dennoch das ursprünglich Lineare nachzuweisen im Stande sind.

Wir können daher mit gutem Fug und Recht sagen, die Pflanze sei, entkleidet von allen Zufälligkeiten, der Wesenheit ihrer Form nach nichts anderes als ein System von Achsen. Sehr deutlich und in die Augen springend wird dies bei allen nur etwas ausgebildeteren Pflanzen, und von den Mosen bis zu den vollendetsten Pflanzen tritt das Achsige der Pflanzengestalt der Art hervor, dass man dieselben schon

längst als Achsenpflanzen bezeichnete und damit den Unterschied von allen übrigen meist einfacher gebildeten Pflanzen auszudrücken suchte, die man nicht ganz glücklich mit dem Ausdrucke Laubpflanzen *(Thallophyta)* belegte.

NEUNTER BRIEF.

DIE PFLANZE ALS BEBLÆTTERTE ACHSE.

Würde sich die Gestaltung der Pflanze auf die Hervorbringung einer einzigen Achse beschränken, an der sie früher oder später, nach wenigen oder zahlreichen Generationen der Elementartheile endlich zur Ausbildung der Fortpflanzungszellen gelangte, so würde ohne Zweifel die grösste Einförmigkeit in der Pflanzenwelt herrschen.

Mit der Entäusserung dieser Verschlossenheit, mit dem Hervortreten aus sich selbst ist aber die Produktion neuer Achsen nothwendig gegeben und damit die Möglichkeit der grössten Mannigfaltigkeit. Mit der Erscheinung der sekundären Achsen sind die Thore geöffnet, die der entfesselte Bildungstrieb nach allen Richtungen und in allen Potenzen verfolgt. Was uns in der Pflanzenwelt als Gestaltungsverschiedenheit erscheint, die so angenehm auf unsere Sinne als reizend für die Einbildungskraft wirkt, es ist in nichts Anderem als zuletzt in der Bildung dieser sekundären Achsen gelegen.

Es hat allerdings lange Zeit gebraucht, bis der beobachtende Verstand, die tiefergehende Urtheilskraft und das einende Kombinationsvermögen sich durch das Labyrinth der zahllosen Pflanzengestalten Bahn gebrochen, und das unendlich Mannigfaltige der Gestaltung, das das Auffassungsvermögen

fast zu erdrücken suchte, in einige wenige leicht fassliche Formen zu vereinigen vermochte. Jetzt, da dies Riesenwerk geschehen, ist es uns ein Leichtes, selbst in den fremdartigsten und abenteuerlichsten Gestaltungen das ursprünglich Eine Bildungsgesetz zu erkennen. Mit dieser Zauberformel durchwandern wir nicht blos die Wiesen und Wälder der Heimath, sondern jeden Riesenwuchs so wie die Pygmäen-Kolonien des Gewächsreiches in welchen Ländern, in welchen Höhen oder Tiefen sie immer auftreten mögen, ohne besorgen zu müssen, auf irgend etwas Unfassliches stossen zu können. Spielen nun wirklich die Anhangstheile der Achse eine so wichtige Rolle, so ist es sicher der Mühe werth, ihren Einfluss auf die Gestaltung etwas näher zu beleuchten. Wir bewerkstelligen dies aber, indem wir nicht blos die Veränderlichkeit ihrer Gestalt und Beschaffenheit im Allgemeinen, sondern eben so auch die Succession ihrer Erscheinungen in eine nähere Untersuchung ziehen. Beides wollen wir abgesondert thun.

Was zuerst die Gestaltung der sekundären Achsen betrifft, die in den einfachen Zellenkomplexen sich weniger von der Form der primären Achsen unterscheiden, so ist das bei höheren Pflanzen ganz anders; der Formenreichthum, der hier erscheint, hat fast gar keine Grenzen, die Abänderungen, welche das Blattorgan von der ursprünglich cylindrischen Form erleidet, ist hier in das Mannigfaltigste ausgewirkt. Bei allen dem ist es jedoch die Flächenform, welche nach und nach so die Oberhand gewinnt, dass man sich jedes Blatt fast nur unter dieser Form vorstellt. Die einfache conisch-cylindrische Pflanzenachse wird in der Regel dadurch eine beblätterte Achse. Dieser Ausdruck für die etwas vol-

lendetere Pflanzengestalt kann füglich als der allgemeinste, als der umfassendste betrachtet werden. Alles was daher an der Achse erscheint, ist nur Blatt. Im Blatte erschöpft sich die ganze Gestaltung, im Blatte ist aber eben desshalb auch der grösste Formenreichthum der Pflanzenwelt enthalten. Ueber die Blattbildung an der Achse gibt es nichts mehr, und was die Pflanze in dieser nicht erreicht, ist jedenfalls für sie unerreichbar. So grosse Mannigfaltigkeit wir daher auch an der Achse wahrnehmen, es ist nicht sie, sondern nur das Blatt, die es hervorbringt.

Wollen Sie, meine Leser, um sich in diesem Irrgarten der Blattschöpfungen, wie Ihnen das Blattwerk erscheinen mag, zurecht zu finden, an meiner Hand vorerst einen Umweg machen, um das Ganze einmal von Aussen zu übersehen, und erst dann in denselben eintreten.

Ein glücklicher Gedanke unseres grossen Dichterfürsten war es, der, um sich in der so mannigfaltigen Pflanzengestaltung zu orientiren, ebenfalls nicht in die endlosen verschlungenen Irrgänge trat, sondern dieselben sich einmal von Aussen besah. Dadurch erschien ihm alles ganz anders, — das Wesentlich scheinende wurde zufällig, das Zufällige wesentlich, kurz er erblickte den Wald, während man ihn der Bäume wegen früher nicht sehen konnte.

In allen höheren Pflanzen wurden Kraut, Blüthe und Frucht als wesentlich verschiedene Theile betrachtet. Goethe sah zuerst in der Blüthe und in der Frucht das Kraut wiederkehren, so, dass es also nach dieser Anschauungsweise eine wesentliche Verschiedenheit in diesen drei Hauptstücken des Pflanzenleibes nicht gibt.

Fig. 22. (Ideale Pflanze).



Fassen wir die Sache etwas geläuterter auf, so ist es allerdings das Blatt, was in seiner proteusartigen Verwandlungsfähigkeit, in dem Vermögen sich nach und nach anders zu gestalten, erst die unteren dann die oberen Theile der Achse einnimmt, endlich an der Spitze zur Blüthen- und Fruchtbildung zusammentritt. Die Theile der Blüthe sowohl, als jene der Frucht sind fürwahr nichts anders als Wirteln von Blättern — von Blättern, die sowohl in ihrer Beschaffenheit als in ihrer Stellung und Vereinigung sich zwar von den übrigen Blättern unterscheiden, jedoch nicht in anderer Weise, als etwa in einer gradweisen Verschiedenheit, so dass durch alle Blattformen hindurch ein stetiger Fortschritt zu bemerken ist. Diese Anschauungsweise der Pflanze musste für die Erkenntniss der Gestaltung von wesentlichem Einflusse sein. Nicht das Mannigfaltige ist es, was hierbei in den Vordergrund tritt, sondern das Einheitliche im Mannigfaltigen ([22]).

Um dieses recht einzusehen, lassen Sie uns bis auf die Entstehung der Blätter zurückgehen.

Alle Anlagen von Blättern gehen bald nach der Bildung der Achsenspitze vor sich und folgen ihr fortwährend, so zu sagen, auf dem Fusse nach. Hier treten sie, so wie sich dieselbe verlängert, nach einander seitlich hervor, verlängern sich wie der Stamm an der Spitze, bis sie ihrer Anlage nach fertig gebildet sind, und dehnen sich erst hernach in umgekehrter Richtung von dem freien Ende gegen den Grund hin aus. Blätter und Achse unterscheiden sich hiernach wesentlich schlechterdings nicht von einander als etwa dadurch, dass bei jenen das Wachsthum begrenzt, bei diesen hingegen unbegrenzt ist. Die ganze Mannigfaltigkeit der Blattformen hängt von der Energie und von den verschiedenen Richtungen ab, wodurch die Zellenmassen erzeugt und vertheilt werden.

So lange die Blätter ganz jung sind, sind sie ohne alle Ausnahme einander gleich; ihre Verschiedenheit bildet sich erst in Folge des Wachsthumes und der Zunahme ihrer Masse. Die jungen Blätter der Blüthe und der Frucht sehen ganz so aus wie die Blätter des Stammes; wir sind daher berechtigt, zwischen den Blättern des Stammes und jenen der Blüthe und der Frucht, und somit auch zwischen diesen Regionen der Achse keinen wesentlichen Unterschied zu setzen. Indess ist nicht zu leugnen, dass bei ihrer vollständigen Ausbildung sich graduelle Unterschiede zu erkennen geben.

Diese Unterschiede treten oft mehr, oft minder deutlich schon von Blatt zu Blatt ein, auffallender aber erst nach grösseren Absätzen und nach umfassenderen Umschwüngen. In dieser Beziehung gleicht die Pflanze einem aus kleineren

und grösseren Abtheilungen über einander gestellten Baue, der bei gleichbleibendem Charakter zwar eine stetige Verschönerung und Veredlung der höheren Stockwerke erkennen lässt, nichts desto weniger aber sowohl in der äusseren Form als in der inneren Einrichtung solche Eigenthümlichkeiten zeigt, die auf eine verschiedene Benützung und auf ein schärferes Geschiedensein der Theile hinwiesen. Gewisse Blattbildungen zeigen auch im Pflanzenbau schon äusserlich die die aufeinander folgenden Stockwerke trennenden Gurtgesimse und andere Vorsprünge des Mauerwerks, und eben so offenbart sich im Innern in der Form und im Inhalte der Zellenelemente ein nicht verkennbarer Unterschied solcher mit der Aussenseite korrespondirender Abtheilungen. Ja man darf sagen, erst mit den Blattbildungen und ihrer gegenseitigen Aufeinanderfolge tritt die Aehnlichkeit der Pflanze mit einem Bauwerke deutlich hervor, während die zwischen den Blattbildungen fallenden Achsentheile (Interfoliartheile) in ihrer Einfachheit kaum einen in so schöner und geschlossener Folge ausgeführten Aufbau möglich machten.

ZEHNTER BRIEF.

BLATTFORMATIONEN.

Nach dem Vorausgehenden ist es nun das erste, diese Stockwerke des Pflanzenbaues nachzuweisen, ihre Eigenthümlichkeiten zu bezeichnen und die architektonische Verbindung unter einander gehörig zu berücksichtigen.

Soll die Lösung dieser Aufgabe möglich sein, so ist es nothwendig, die ursprüngliche Einheit aller Blattorgane wieder aufzuheben und dieselben mehr in ihrem verschiedenen Charakter aufzufassen, hiebei aber das offenbar zusammengehörige Gleichartige unter einen Gesichtspunkt und unter einen Ausdruck zu bringen. Indem wir auf diese Weise die Blattbildungen am Stamme oder an der Achse durchgehen, stellen sich uns sieben solcher grösserer, die Einzelheiten zusammenfassender Formationen dar.

Ich spreche hier nur von den vollendeteren Pflanzen und lasse die weniger ausgebildeten bei Seite, wo sich die Blattformationen sicher auf eine geringere Zahl erheben. Diese Blattformationen sind: 1) die Formation der Niederblätter, 2) die Formation der Laubblätter, 3) die Formation der Hochblätter, 4) die Formation der Kelchblätter, 5) die Formation der Blumenblätter, 6) die Formation der Staubblätter, und endlich 7) die Formation der Fruchtblätter.

Wie der Geognost einen Komplex von Schichten mancherlei Natur als zu einer Formation gehörig bezeichnet, so ferne sie organische Einschlüsse einerlei Charakters, welche Einen grossen Umschwung im Leben des Planeten ausdrücken, enthalten, so betrachten wir hier unter derselben Bezeichnung eine Reihe ähnlicher Blattformen als ein zusammengehöriges Ganzes, indem wir hierin ebenfalls Einen grösseren Umschwung in der Bildungsrichtung der Pflanze — die Vollendung eines Stockwerkes erkennen.

Es dürfte für meine Leser nicht ohne Interesse sein, wenn sie mir von Formation zu Formation, oder von Stockwerk zu Stockwerk folgen wollten, wobei ich mich anheischig mache, Ihnen wie ein unterrichteter Führer Auskunft auf Ihre Fragen zu geben, Sie auf Dieses oder Jenes aufmerksam zu machen, und Ihnen überhaupt bei Betrachtung dieses Gegenstandes an die Hand zu gehen. Indess muss ich gestehen, dass ich gerade in diesem Punkte selbst Lehrling bin, und dass ich nur des Meisters Worte wiedergebe, eines Meisters, dessen Namen Sie später erfahren sollen.

Zur Formation der N i e d e r b l ä t t e r, die das unterste Stockwerk einnehmen, gehören alle Schuppen- und Scheidenblätter (Fig. 23 Form. I.). Eine breite Basis, geringe Höhe und eine meist streifige Berippung zeichnet sie ihrer Form nach, eine häufig fleischige, knorpelige oder lederartige Konsistenz, so wie eine fahle, gelbliche oder dunkle Farbe ihrer Beschaffenheit nach aus. Alle diese Eigenschaften geben zu erkennen, dass diese Blätter der Luft und dem Lichte ganz oder theilweise entzogen sind und gleichsam auf der tiefsten Stufe, der ursprünglichen Form am nächsten stehend, geblieben sind. Sie

bezeichnen so recht eigentlich das Souterrain des Pflanzenbaues, d. i. jenen Theil der Achse, der häufig, obgleich nach aufwärts strebend, in der Erde verborgen liegt, und der Pflanze gleich der Wurzel zur Befestigung dient. Diese Grundfeste der Pflanze ist häufig mit der Wurzel verwechselt worden, woran aber hauptsächlich nur die Lage und die auffallendere Verschiedenheit von den oberen Stockwerken die Schuld ist. Alle Rhizome, unterirdische Knospen, wie z. B. die Zwiebeln, Knollen u. s. w., selbst noch einige oberirdische ähnliche Stammtheile gehören hieher, nicht selten sind diese auch noch überdies sehr verkürzt, so dass die Niederblätter gedrängt und sich gegenseitig deckend erscheinen.

Die zweite Formation ist die der Laubblätter (Fig. 23 Form. II.). Hier sind wir eigentlich erst im Rez-de-chaussée, oder im ersten Stockwerke, einem in seiner Ausdehnung meist sehr umfangsreichen Baue, besonders durch die Mannigfaltigkeit der Blattbildungen ausgezeichnet, die man eigentlich als Blätter bezeichnet. Stärkere Längenentwicklung bei wenig breiter Basis, Verbreiterung am oberen, Zusammenziehung am unteren Ende, eine mehr membranöse Beschaffenheit und grüne Farbe charakterisiren sie. Ueberdies erfolgt durch Theilung nach der Länge und Breite hier noch ein solcher Gestaltreichthum, wie wir ihn fast nirgends wieder finden. Die Theilung der Länge nach gibt Veranlassung zur Entstehung von Mittelblatt und Seiten- oder Nebenblätter, die Theilung nach der Quere zur Bildung der mannigfaltig eingeschnittenen und zusammengesetzten Blattformen. Auch die Berippung zeigt sich der äusseren Form entsprechend als sehr mannigfaltig.

Fig. 23.



Dieses Blattwerk beginnt gleichfalls mit sehr einfachen Formen *(Cotyledonen)*, die sich zuweilen kaum von den Niederblättern unterscheiden, erreicht aber bald eine bedeutende Entwicklung, und geht allmählig in die nächstfolgende Formation über. Ein grosser Theil selbst vollkommener Pflanzen beginnt seinen Bau mit diesem Stockwerke; es fehlt ihnen das Souterrain, aber der Bau wird dadurch keineswegs minder haltbar, minder gefällig oder

Fig. 23. Ideale Darstellung einer vollkommenen Pflanze in ihren wesentlichsten Theilen. Die einzelnen Regionen der beblätterten Achse in sieben Formationen gesondert, die obersten sogar künstlich aus einander gezogen.

weniger imposant, ja man möchte fast sagen, dass es zur Grossartigkeit desselben gehöre, unmittelbar mit diesem Stockwerke zu beginnen, und die Befestigung des Grundes der absteigenden Achse, d. i. der Wurzel, zu überlassen.

Es folgt hierauf die Formation der Hochblätter (Fig. 23 III.), wie schon der Name besagt ein von den vorigen getragenes erhöhtes Stockwerk. Die Blätter dieser Formation nähern sich in ihrer Form und Beschaffenheit einigermassen wieder den Niederblättern, indem sowohl die Stiele und die Spreitenbildung als die grüne Farbe mehr oder weniger verschwinden, aber sie unterscheiden sich von denselben durch die schmale Basis und durch den zarteren Bau, der sich nicht wenig der folgenden Formation nähert. Die Hüllblätter, Bracteen und Bracteolen, Spelzen und Spreublätter gehören hierher. Sie sind eben durch ihre Kleinheit, zuweilen sogar durch ihre Unscheinbarkeit wenig auffallend, haben aber für den Gesammtbau der Pflanze keinen geringen Einfluss, indem sie den Aufbau des folgenden Stockwerkes vermitteln und so gewisser Massen die Harmonie zwischen den unteren und oberen Theilen des Pflanzenbaues herstellen.

Mit der Formation der Kelchblätter (Fig. 23 IV), tritt der mächtigste Unterschied in den Blattformationen ein.

Das Blatt erscheint sowohl seiner Form als seiner Stellung nach völlig verändert. Obgleich in seiner Substanz der Regel nach den Laubblättern ähnlich, verkleinert es sich doch bedeutend und macht vielleicht eben dadurch eine Annäherung an gleichartige Blätter möglich, die nunmehr in kaum messbaren vertikalen Abständen auf einander folgen, und daher ihr Zusammengehören deutlicher beurkunden, als dies in den

vorhergehenden Blattformationen der Fall ist. Mit den Kelchblättern beginnt der grösste Gegensatz in der Pflanzenachse, nämlich der Blüthe und des Krautes, da die Frucht der Blüthe meist untergeordnet erscheint, und auf die Façade des Baues weniger Einfluss nimmt.

Die Kelchblätter sind massiger, derber und grüner als die Hochblätter, haben wieder eine breitere Basis, keine oder nur eine geringe Verbreiterung oder Spreite und keinen Stiel, eben so wenig eine Theilung und zeigen dadurch auffallend einen Rückschritt, eine Schwankung, wie dies auch innerhalb der Glieder einer Formation vorkommt. —

Einen desto entschiedeneren Fortschritt offenbart die folgende Formation der Blumenblätter (Fig. 23 V.).

Zartheit des Gewebes, Reinheit und Mannigfaltigkeit der Farben zeichnen sie vor allen aus. Die Blumenblätter, eben so gedrängt wie die Kelchblätter an einanderstehend, bilden das, was man Blumenkrone genannt hat, wahrhaftig das Preiswürdigste, wo Zartheit und Schönheit herrschen sollen. Nehmet der Blüthe die Blumenkrone und sie sinkt zum unbeachteten Kraute herunter, gebt ihr Reichthum und Farbenschmelz und der Liebesgott zieht in sein Gemach ein.

Die Kunst der Gärtnerei besteht einzig und allein in der Erweiterung und Ausschmückung dieses Liebestempels.

Die Blumenblätter sind in der Regel länger als die Kelchblätter, aber an der Basis schmäler, zeigen meist eine starke Spreitung, aber keine entschiedene Stielbildung. Durch strahlige, gablige und fiederspaltige Theilung erlangen sie eine grosse Formverschiedenheit, eben so durch Eindrücke, Auswüchse, Verdoppelungen der Fläche u. dgl., wodurch die so-

genannten Nebenkronen entstehen. Die beiden Blattformationen des Kelches und der Blumenkrone sind indess nicht immer scharf von einander geschieden, sondern zeigen Uebergänge, so dass Blumenkronen Kelchen, und umgekehrt Kelche Blumenkronen ähnlich werden. Allein was viel häufiger geschieht, ist die gänzliche oder doch bis auf ein Minimum erfolgte Unterdrückung der einen oder der andern Formation oder die Verschmelzung beider zu einer einzigen; dieser letztere Fall tritt namentlich in einer grossen Abtheilung der Gewächse als Regel auf, und die so zwischen Kelch und Blumenkrone schwankende Formation wird Decke *(Perigonium)* genannt.

Auf die Blumenkrone folgt nun die Formation der Staubblätter (Fig. 23 VI.), dem Anschein nach ein nicht ganz passend gewählter Ausdruck, da das Blattartige hier gänzlich verschwindet und nur noch der Bedeutung nach zu bestehen fortfährt.

Die Staubblätter sind die kleinsten und sonderbarsten Blätter der Blüthe mit entschiedener Stielbildung (Staubfaden) und geringer Spreite, welche zu beutelartigen Anschwellungen der Seitenhälften wird (Staubbeutel). Nur in wenigen Fällen tritt das Blattartige mehr in den Vordergrund, aber dann meist auf Kosten der Bildung der Staubbeutel. Die sogenannten gefüllten Blumen, eine Missbildung der Staubblätter, die ihnen das volle Aussehen der Blumenblätter ertheilt, sprechen auffallend hiefür. Wer kennt nicht gefüllte Rosen, Nelken, Ranunkeln u. s. w., deren Vermehrung der Blumenblätter ausschliesslich nur von der Verwandlung der Staubblätter in Blumenblätter abhängt.

Während die Blätter aller übrigen Formationen einen Bestand haben, und bei dem Aufbaue der Pflanze so wenig als die vermittelnde Achse eine vorübergehende Erscheinung sind, ist dies bei den Staubblättern umgekehrt als Regel zu betrachten. Ihre Existenz ist sehr hinfällig und von der rascheren oder minder schnellen Ausbildung der Staubbeutel abhängig. Dies deutet aber darauf hin, dass in den Staubblättern und namentlich in den Staubbeuteln mit ihrer Ausbildung auch das Ziel der Pflanze wenigstens nach dieser Richtung hin erreicht sein müsse.

Endlich als oberstes Stockwerk der Pflanze erscheint noch eine Blattformation, die der Fruchtblätter (Fig. 23 VII). Auch hier ist das Blattartige weniger in die Augen fallend und zwar meist darum, weil die einzelnen Blätter dieser Formation gedrängter als alle übrigen beisammen stehen, in der Regel sogar unter sich verwachsen und eine Höhle bilden, in welcher die Achse erschöpft durch die vielfältigen Ausstrahlungen ihr Ende erreicht.

Die Fruchtblätter sind wieder grösser, mächtiger und grüner als die vorhergehenden Blätter der Blüthe, entspringen aus schmaler Basis, erweitern sich aber sogleich, während der obere Theil sich stielartig zum Griffel zusammenzieht. Diese Blätter haben eine grössere Dauer als alle übrigen und entwickeln sich noch wenn diese meist abgestorben sind. Sie sind es, die mit ihrem Einschlusse anfänglich das bilden, was man Fruchtknoten nennt, aus welchem sich in der Folge die Frucht entwickelt.

Was über die Fruchtblätter hinaus noch an der Achse erscheint, gehört nur den letzten Ausstrahlungen oder viel-

mehr der Auflösung der Achse selbst an; — es sind die Samenknospen, an welchen weder bestimmte Achsen noch Blatttheile mehr nachgewiesen werden können und daher dem morphologischen Individuum der Pflanze kaum mehr angehören.

Auf diese Weise hat mit dem Stockwerke der Fruchtblätter die Achse und damit die Ausbildung der Pflanze ihr Ende erreicht. Wie sie dabei auch ihr Ziel gefunden, soll eine der nachfolgenden Betrachtungen näher auseinander setzen.

EILFTER BRIEF.

ARCHITEKTONIK. PHYLLOTAXIS

Die Betrachtung des Pflanzenbaues im Ganzen nach den grösseren in die Augen fallenden Abschnitten, nach den Stockwerken, führt nothwendig auf eine Untersuchung der Einzelheiten und kleineren Abtheilungen, wodurch der gesammte Aufbau zu Stande kommt, so wie der Massverhältnisse, die hiebei nothwendig stattfinden müssen. Es gehört diese Betrachtung so eigentlich in das Gebiet der Architektur, dass wir nicht umhin können, unsere Anschauungsweise den in derselben geltenden Gesetzen anzupassen. Erst dadurch wird es klar, wie auch in der Pflanzenwelt gleich der übrigen Natur bestimmte Verhältnisse und ein unabänderliches Mass herrscht, von dem alle Erscheinungen, namentlich die Bildung und Gestaltung, abhängig sind. Baut die Pflanze, wie wir früher erfahren haben, ihren Leib aus eigenen Mitteln, nach selbstentworfenem Plane, so steht es wohl zu erwarten, dass sie ihn ebenso nach den Gesetzen der Stabilität wie nach jenen der Architektonik auszuführen im Stande ist.

Wenn unser Blick hierbei auch noch nicht in die ganze Tiefe der dabei herrschenden Gesetzmässigkeit gedrungen ist, so ist es uns doch nicht verborgen geblieben, wie Winkelmass

und Senkblei auch bei der Konstruktion des Pflanzenbaues ihre Anwendung fanden.

Lassen Sie mich die Auffassung dieser geometrischen Verhältnisse mit den einfachsten Wahrnehmungen beginnen.

Zuerst fällt in die Augen, wir mögen was immer für eine Pflanze als Gegenstand unserer Betrachtung wählen, dass die hier herrschende Symmetrie in der Anordnung der einzelnen Theile von der Symmetrie der meisten Bauwerke dadurch abweicht, dass sie nicht von einzelnen vorherrschenden Richtungen abhängig gemacht, sondern nach allen Seiten in gleichmässiger Entwicklung durchgeführt wird. Dadurch unterscheidet sich der Pflanzenbau sehr auffallend von dem Baue des Thierkörpers, wenige Ausnahmen abgerechnet, in welchen stets Gegensätze von rechts und links, vorn und hinten u. s. w. hervortreten. Die Pflanze hat kein rechts und links, kein vorn und hinten, und wenn dies ja zuweilen in der Zweizeiligkeit der Anordnung ihrer Anhangstheile und selbst der Achse erscheint, so ist dies immer nur sehr beschränkt und von der herrschenden Anordnungsweise abgeleitet. Eine gleichmässige Anordnung der Theile nach allen Seiten nennen wir konzentrisch und eine solche konzentrische Anordnung ist es, welche durchgängig im Baue der Pflanze, namentlich ihrer Achse und in den Ausstrahlungen derselben, den Blättern, ersichtlich ist. Wir können daher die Pflanze in dieser Beziehung weder mit einem Palaste noch mit einem andern kubischen, parallelepipedischen oder pyramidalen, sondern einzig und allein mit einem runden, nach allen Seiten gleichen Bauwerke, mit einem Tempelgebäude oder Thurme vergleichen. Die in grösseren Abständen aufeinander folgen-

den Stockwerke haben wir bereits kennen gelernt. Wir sind nun daran, dieselben in ihren Einzelheiten, ihrer Detailausführung noch näher zu betrachten.

Schon ein flüchtiger Blick zeigt uns, dass nicht blos ein oder das andere Stockwerk, wie etwa der Kelch, die Blumenkrone u. s. w., sich einer besonderen Regelmässigkeit in der Anordnung der Blätter erfreut, sondern dass dies eben so zuweilen in der Region der Nieder-, Mittel- und Hochblätter der Fall ist. Ein kleinerer Umfang und eine etwas gedrängtere Stellung derselben offenbaren nur zu häufig eine eben solche Symmetrie, wie sie in der Blüthe in der Regel stattfindet. Wir können demnach nicht umhin, auch den unteren Regionen dieselbe Regelmässigkeit zuzuschreiben.

Als man die Pflanzengestalt noch als ein Ergebniss von Zufälligkeiten aller Art, oder doch wenigstens als ein unerklärliches Zusammenwirken der verschiedenartigsten Bildungsrichtungen ansah, war begreiflicher Weise nicht daran zu denken, in den Elementen der Blätter, die den wirksamsten Ausdruck der Gestaltungs-Verschiedenheit enthalten, und in ihrer Aufeinanderfolge irgend ein bestimmtes Mass zu verkennen.

Der Scharfblick Karl Schimper's hat zuerst den Zauber gelöst, das Fell von den Augen gezogen, das unsere Betrachtung bisher befangen hatte, und die Anordnung der Blätter am Stengel wie in der Blüthe stellte sich von selbst als ein einfaches Gesetz dar, zu dessen Formulirung es wenig mehr bedurfte.

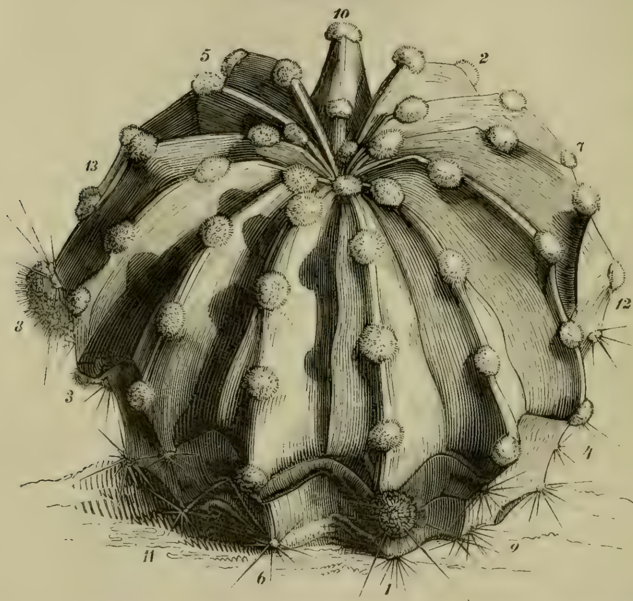
Zuerst ergab sich die Wahrheit, dass die meisten Blattformationen nicht aus einer Folge unordentlich von einander abstehender Blätter gebildet seien, sondern, dass wenn auch

minder in den vertikalen, so doch immer und unabänderlich in den horizontalen Abständen ein bestimmtes Mass herrsche, dass ferner dieses Mass zwar nicht durchaus dasselbe, aber doch erst nach einer bestimmten Reihe von Sätzen einer Abänderung fähig sei, und endlich, was das Wichtigste und die Einheit des Gesetzes Verbürgende ist, dass die Abänderungen des Masses unter sich wieder in einem gewissen Verhältnisse stehen. Mit unendlicher Mühe sind diese Gesetze durch Abstraktion aus einer ungeheuren Menge von Thatsachen, welche die verschiedensten Pflanzenformen darboten, nachgewiesen worden, und gegenwärtig zweifeln wir nicht mehr, dass in der Anordnung selbst der kleinsten Blätter in den verschiedensten Regionen oder Formationen dieselben Gesetze zum Vorschein kommen. Lassen Sie uns diese Gesetze einer ausführlicheren Betrachtung unterziehen. —

Der deutlichste und augenfälligste Schritt, den die Pflanze im Aufbau ihres thurmförmigen Mauerwerkes thut, ist unstreitig das Hervorschieben eines Blattes. Das Blatt ist die Stufe, auf die sie im Fortschritt zur Erreichung ihres Zieles hintritt, und von dem aus sie sofort Stufe um Stufe hervorschiebend weiter eilt. Dass die Stufen einander nicht gleich sind, sehen wir, dass aber nach mehreren unmittelbar auf einander folgenden Stufen ein Ruhepunkt — ein Absatz erfolgt, und sich auf solche Weise Stufenreihen über Stufenreihen bilden, ist minder deutlich zu erkennen und bedurfte viele Beobachtungen, um es als durchgreifendes Gesetz zu erkennen. Wo Reihen von Stufen wie im Grashalm und in vielen andern Stengeln durch Knoten von einander getrennt sind, springt es in die Augen; allein so verhält es sich nicht

immer und diese Absätze sind oft sehr versteckt und fast wie kontinuirliche Stufenfolgen. Höchst merkwürdig aber dabei ist, dass diese Absätze zuweilen schon nach Einer, öfters

Fig. 24 a.



nach 2, 3, 5, 8, 13, 21, zuweilen sogar erst nach 34, 55, 89, 144, 233 und 377 Stufen erfolgen. Die Stufen, je zahlreicher in einem Absatze, sind gewöhnlich auch um so niederer, aber

---

Fig. 24 a. Eine Pflanze von *Echinopsis multiplex Zucc.* in natürlicher Grösse von der Seite gesehen. Die Stacheln sind von den Knospenpolstern entfernt, um diese so wie die Rippen, an deren Kanten sie stehen, besser zu sehen. Die Stellung der Knospenpolster, oder was dasselbe ist, die hier unterdrückten Blätter ist nach $^8/_{13}$ Ordnung, d. i. die in aufsteigender Richtung auf einander folgenden Knospenpolster sind so geordnet, dass der **14.** genau über den **1.**, der **15.** über den **2.**, der **16.** über den 3. u. s. f. zu stehen kommt. Verbindet man in der beigefügten horizontalen Projection *Fig. 24 b* die äussersten Zahlen **1**, **2**, **3**, **4** u. s. f. durch eine Linie,

zugleich um so breiter, so dass man nur bei einer und zwei Stufen den Absatz mit Einem Umgang um die Achse erreicht, in allen übrigen Fällen 2, 3, 5, 8, 13 u. s. w. Umgänge dazu bedarf, was daher für die Breite der Stufen ein ganz bestimmtes architektonisches Mass gibt, das wir am einfachsten durch $^1/_1$, $^1/_2$, $^2/_3$, $^3/_5$, $^5/_8$, $^8/_{13}$, $^{13}/_{21}$ u. s. w. ausdrücken können. Die Kunstsprache hat diese Absätze mit dem Ausdrucke Blattkreise od. Blattcykeln bezeichnet, und es durch horizontale Projektionen sehr anschaulich gemacht, dass der Fortschritt von Blatt zu Blatt in jeder Pflanze und in jedem Pflanzentheile ohne Ausnahme in einer Spirallinie erfolge ([24]). Haben die Blätter zahlreiche Blattcykeln, überdies geringe vertikale Abstände, so ergeben sich zwar für den äusse-

Fig. 24 b.



so erhält man dadurch eine Spirallinie, welche man die Grundspirale nennt. Sie ist jedoch nicht jene Linie, welche bei Betrachtuug dieser Pflanze leicht auffällt. Ungleich mehr in die Augen fallend sind vielmehr die Linien, welche einerseits die Zahlen 4. 9. 1. 6. 11. 3. 8. 13. 5. 10. 2 u. s. f., oder anderseits die Zahlen 6. 1. 9. 4. 12. 7. 2. u. s. f. verbinden, und abgeleitete Spiralen genannt werden. Erstere ist die minder steil ansteigende, letztere die steilere der beiden.

ren Anschein spiralige Anreihungen, allein diese sind es nicht, von welchen hier die Rede ist, indem jene Spirallinie viel versteckter erscheint. Während man diese als die einzig richtige Stufenfolge in der Blattstellung mit dem Namen Grundspirale bezeichnet, können die anderen füglich abgeleitete oder sekundäre Spiralen genannt werden.

Schreitet nun der Aufbau nach dieser oder jener Stufenfolge, die sich am einfachsten mit obigen Reihen von Brüchen ausdrücken lässt, vorwärts, so bleibt es keineswegs immer dabei stehen. In jeder Blattformation aus einem oder mehreren dergleichen Absätzen oder Blattzykeln bestehend, kann ein Umschlagen von einem Mass in ein anderes erfolgen. Mehrere nach $^5/_8$ Stellung auf einander folgende Blattzykeln können in $^8/_{13}$ und $^{13}/_{21}$ Stellung, aber auch in minder komplizirte, namentlich in $^3/_5$ und $^2/_3$ Stellung übergehen. Ohne Zweifel hängt diese Umsetzung nicht blos von der spezifischen Eigenthümlichkeit des Bildungstriebes, sondern häufig von der Energie desselben ab, dem auch die grösseren oder kleineren vertikalen Abstände und die dadurch entstehenden Interfoliartheile des Stengels, mit ihrer zwar im Allgemeinen aber nicht im Speziellen bestimmten Mensur zugeschrieben werden müssen.

Welcher Reichthum in der Architektonik des Pflanzenbaues herrscht, geht sowohl durch jene Gesetze als durch diese mehr zufälligen Modalitäten hervor! und darf es uns wundern, wenn wir selbst bei ähnlichen und gleichen Blattformen die grösste Mannigfaltigkeit in der Aeusserlichkeit, im Habitus der Pflanze wahrnehmen. Wahrhaftig, hierin gleicht die Pflanze einem Proteus, der sich aus einer Gestalt in die andere um-

wandelt, ohne dass man es gewahr wird, wie er seine Zauberjacke an- und auszieht.

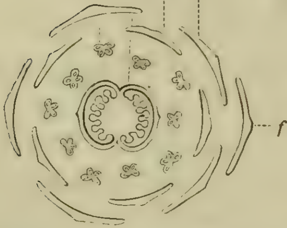
Ist die Verwandlung von Absatz zu Absatz eine mehr versteckte, so tritt sie beim Uebergang einer Blattformation in die andere um so deutlicher hervor, und bewirkt eben dadurch einen schärferen Abschnitt, als er sonst durch die Form und Beschaffenheit der Blattelemente hervorgebracht werden konnte. Mit Einem Worte, die Stockwerke der Pflanze scheiden sich dadurch auch äusserlich, und so ändert sich denn über jedem Gesimse die Architektonik, ohne eben eine Aenderung des Styles zu bewirken. Weniger auffallend ist dies in den unteren Stockwerken, bei weitem in die Augen springender in den oberen zu verfolgen. Auf einfache Blattstellungsverhältnisse in den Niederblättern und Laubblättern tritt oft in den Hochblättern die zusammengesetzteste Ordnung ein, wie das z. B. bei den Kompositen, Dipsaceen, Proteaceen, Piperaceen, Aroideen u. s. w. der Fall ist.

Den grössten Abschnitt bildet jedoch immerhin der Uebergang des krautartigen Theiles in die Blüthe; die komplicirtesten Verhältnisse lösen sich hier in die einfachsten Grundrisse auf, und so zeichnet sich sowohl die Kelch-, Blumenkrone-, Staubblätter- so wie die Fruchtblätter-Formation durch die Einfachheit der Ordnung aus, in der ihre Elemente an einander gereiht sind ([25]). Nur tritt hier noch eine Eigenthümlichkeit hinzu, die wir in den unteren Blattformationen selten gewahr werden, — ich meine die sogenannte Wirtelstellung. Allerdings kommen in der eigentlichen Blattregion ebenfalls Wirtelstellungen und zwar Wirtel zu 2, zu 3, zu 4 und 5 und mehr Blätter vor. Die einfache Gegenstellung der Blätter,

Fig. 25 a.



Fig. 25 b.



die Gegenstellung und Kreuzung zugleich bringen 2- und 4-blätterige Wirtel hervor; bei allen kann dies aber nur durch die auf das Minimum reduzirten vertikalen Abstände hervorgebracht werden, wodurch statt einer Aufwärtsbewegung eine spiralige Bewegung in derselben Ebene zu Stande kommt.

Diese Niederdrückung der Spirale in der Blattfolge ist von der Formation der Kelchblätter an, als Regel anzusehen, daher erscheinen alle auf einander folgenden Blattformationen wie eng an einander schliessende Blattkreise, und das Ganze erhält dadurch einen ganz eigenthümlichen Ausdruck. Kommt nun noch hinzu, dass die Zahl der einzelnen Blattcykeln eine sehr geringe ist, und über 2 und 3 selten hinausgeht, so erhalten die oberen Stockwerke der Pflanze dadurch ein von den unteren ganz verschiedenes Aussehen. Nur das durch alles hindurchgreifende Gesetz der Blattfolge verbindet den oberen Theil mit dem unteren und lässt in ihm nur eine weitere Ausführung, eine Veredlung des Unterbaues wahrnehmen.

Aber auf einen Umstand muss ich meine Leser noch auf-

Fig. 25 a. Längenschnitt durch die Blüthe von Steinbrech (*Saxifraga*) mit beigefügtem Grundriss *Fig. 25 b.*

f Oberstes Laubblatt; *c* die fünf Kelchblätter; *p* die Blumenblätter; *st* die 2 × 5 Staubblätter, alle nach $^3/_5$ Ordnung; endlich die zwei Fruchtblätter *cph* (*Carpophylla*) nach $^1/_2$ Ordnung an einander gereiht.

merksam machen, wodurch die Architektonik der Blüthe eben einen so besonderen Reiz erhält, der keineswegs von der Mannigfaltigkeit der Form der Blattorgane als vielmehr von ihrer Anordnung herrührt. In den unteren Theilen der Pflanzenachse folgen die einzelnen Blattcykeln ohne Unterbrechung oft in grosser Anzahl auf einander. Mit jedem Umschwung der Spirale beginnt die nächste genau über dem Anfang der ersten und so fort. Dies muss natürlich zur Folge haben, dass die homologen Glieder jedes einzelnen Cyklus genau über einander zu stehen kommen. Es müssen daraus nothwendig so viel senkrechte Reihen erscheinen, als eben Elemente in einem Cyklus vorhanden sind, also 2, 3, 5, 8, 13 u. s. w. Diese Reihen erscheinen allerdings in manchen Fällen deutlicher als in anderen, ganz besonders schön im Stamme der Echinocacten, wo die senkrechten Rippen des Stammes eben aus der Verschmelzung der übereinanderstehenden Blattkissen hervorgehen (Fig. 24 a.).

Anders ist es in der Blüthe. Selbst wenn nur zwei gleichgliederige Blattcykeln auf einander folgen, eben so in dem Falle, als ungleichgliedrige Cykeln sich begegnen, findet keineswegs ein ununterbrochener Fortschritt statt. Nur auf diese Weise findet bei dem Ineinandergedrängtsein der Cykeln keine Deckung der Blattelemente statt. Das Mass des Fortschrittes des nächsten Blattcyklus ist gerade so vermehrt, dass die Elemente des folgenden zwischen die Elemente des vorhergehenden hineinfallen, ein Umstand, der die Alternation zur Folge hat, und wie leicht begreiflich, auf den gefälligen Eindruck, den die Blüthe stets verursacht, sicher nicht ohne Einfluss ist. So erscheint denn eben in der Blüthe bei der



Fig. 26.

grössten Einfachheit der Elemente die schönste Harmonie in der Anordnung, wodurch die Architektonik derselben zu einer wahrhaft musterhaften wird, und wie die Geschichte der Baukunst lehrt, von jeher massgebend auf alle menschlichen Werke Einfluss genommen hat ([26] und [27]).

Von dieser durchgreifenden Regelmässigkeit in der Anordnung der Blätter,

Fig. 26. Nicht immer tritt diese Einfachheit gleich massgebend hervor. In einigen Fällen sind selbst in der Blüthe komplicirtere Stellungsverhältnisse vorhanden, namentlich bei solchen, die aus einer grossen Anzahl von Blattelementen zusammengesetzt sind. Ein Beispiel geben die Cacteen, die Seerosen, die karolinische Kelchblume (*Calycanthus floridus*) u. a. m. Indess sind diese letzteren ganz vorzüglich geeignet, um aus ihnen die Einheit des Baues der Blüthe und des Stammes zu erkennen. *Fig. 26* stellt einen Blüthenast von *Calycanthus floridus* dar. Der vergrösserte senkrechte Durchschnitt, *Fig. 27 a*, mit Beifügung des Grundrisses, *Fig. 27 b* setzt uns in die Lage, Einsicht in den etwas komplicirten Blüthenbau zu nehmen. *f* bedeutet den Ursprung der abgeschnittenen Laubblätter (*folia*), — *p* die gefärbten Blätter der Blüthenhülle (*perianthium*), — *st* die Staublätter (*stamina*), — *stab* die fehlschlagenden Stauborgane (*stamina abortiva*). Ueberdies bedeutet *m* noch den Markkörper des Blüthenastes und *g* die auf seiner oberen Ausbreitung sitzenden Samenknospen (*gemulae*). — Zur genaueren Einsicht in die Stellungsverhältnisse dient das beifolgende Diagramm *Fig. 27 b*, in welchem nach den beiden einander gegenüber stehenden Blättern (*f*.*f* $^1/_2$ Div.), von 1 bis 28 die anfänglich kleineren, dann grösser werdenden, endlich wieder kleineren Blätter der Blüthenhülle (*p*), darauf von 29 bis 41 die Staubblätter (*st*), und endlich von 42 bis 55 die fehlschlagenden Stauborgane in der verzeichneten Ordnung auf einander folgen. — Während in den ersten 6 Blättern noch ein Schwanken nach niederen Blattordnungen bemerklich ist, stehen alle übrigen an ihren bestimmten Plätzen. Fast in jeder Blüthe finden diese Schwankungen in anderer Weise statt.

die man mit gutem Fug als Blattordnung *(Phyllotaxis)* bezeichnete, finden sich indess mancherlei Abweichungen, die jedoch keineswegs das gefundene Gesetz aufheben, sondern es vielmehr nur in seiner eisernen Strenge mildern, wodurch die Pflanze eben im Ausdrucke der Freiheit so unendlich gewinnt. Dahin gehört z. B. die einseitige Verschiebung der Blätter bei ungleicher Verdickung der Stengelseiten, das ungleiche Anwachsen des Blattgrundes und eine Drehung der Achse selbst, Umstände, die von ungleicher Ernährung, ungleichen Einflüssen äusserer Agentien u. s. w. abhängen.

Fig. 27 a.

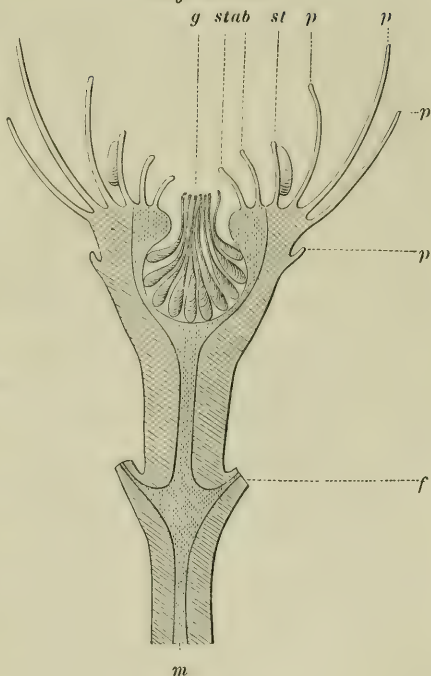
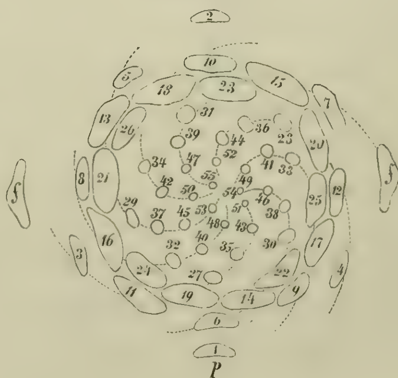


Fig. 27 b.



ZWŒLFTER BRIEF.

FORTPFLANZUNG.

Wenn man die Geschichte der Botanik durchblättert, so ersieht man nicht undeutlich, dass über keinen Gegenstand, der in das Gebiet dieser Wissenschaft fällt, bisher so verschiedene Ansichten geltend gemacht wurden, als über die Fortpflanzung. Das Verborgene dieses Prozesses einerseits, so wie der Einfluss, den er auf die ganze Bildung und Gestaltung nimmt, andererseits, haben denselben von jeher als den geheimnissvollsten und zugleich als den bestimmendsten unter allen Vorgängen des vegetabilischen Lebens betrachten lassen, und erklären es, wie er als Ausgangspunkt aller botanischen Kenntniss so vielfältig zur Sprache kommen konnte, und wie leicht dabei ein Irren möglich war.

Auch jetzt darf sich die Wissenschaft noch nicht schmeicheln, den Schleier vor diesem Heiligthume des Pflanzenlebens vollkommen gelüftet zu haben, jedoch gelang es ihr wenigstens die Hauptmomente der äusseren Erscheinung zu überblicken, die verschiedenen Phasen, in denen dieser Prozess durch das ganze Gewächsreich hindurch auftritt, zu unterscheiden, und das Wesentliche von dem mehr Zufälligen daran zu sondern.

Schon bei der Betrachtung des Wachsthumes der Pflanze sind wir auf das Feld der Fortpflanzung gerathen. Wir erkannten alle Massenzunahme als das Resultat von Generationen, die von Zelle zu Zelle stattfinden; der Unterschied aber, der zwischen jener massenvermehrenden Fortpflanzung und der Fortpflanzung im engeren Sinne, die in der Bildung und Sonderung von Keimen zu neuem individuellen Leben besteht, blieb uns verborgen.

Wir wollen nun versuchen, sowohl die Unterschiede der beiden genannten Vorgänge aufzufinden, als die verschiedenen Formen, in der die eigentliche Fortpflanzung im Gewächsreiche erscheint, ins Licht zu setzen. Wie überall, so werden wir auch hier am besten thun, unsere Betrachtung an den einfacheren Formen anzuknüpfen.

Es wird meinen Lesern noch erinnerlich sein, dass wir mehrmals davon sprachen, es gebe Pflanzen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen. Natürlich ist auch ihre Fortpflanzung eben so einfach wie ihr Leben. Eine oder mehrere in ihr erzeugte Zellen trennen sich von der Mutterzelle, und diese hat sich dadurch fortgepflanzt. Ist die Mutterzelle rund und nach allen Seiten hin so ziemlich gleich gebildet, so trägt jeder Theil des Individuums gleichen Antheil an der Fortpflanzung, die Tochterzellen sind schon bei ihrer Trennung der Mutterzelle vollkommen gleich.

Hat die Mutterzelle aber eine gewisse Bildungsgeschichte durchgegangen, ist sie grösser geworden, haben sich in ihrer Gestaltung Gegensätze ausgebildet, so treten individuelles oder vegetatives Leben und Fortpflanzung immer mehr aus einander. Die Mutterzelle bildet nur nach einer bestimmten Zeit

und an einem bestimmten Theile Fortpflanzungszellen, und diese selbst gleichen anfänglich noch keineswegs dem Mutterorganismus. Wenn wir für erstere Fortpflanzungsweise als die einfachste mehrere Chroococcaceen als Beispiele anführen können, so dienen für letztere die Gattungen *Ascidium*, *Botrydium*, noch mehr aber die Gattungen *Vaucheria*, *Caulerpa* u. s. w.

Unstreitig um eine Stufe höher verhalten sich beinahe eben so einfach gebaute Pflanzen, aber die sich trennenden Fortpflanzungszellen gehen nicht unmittelbar aus der Mutterzelle hervor, sondern erst durch Vermittlung einer oder mehrerer Zellengenerationen, die im Gegensatz zur eigentlichen Fortpflanzungsgeneration vegetative Generationen genannt werden. Diese vegetativen oder Theilungsgenerationen erzeugen eine Vielheit von Zellen, die mehr oder weniger familienweise zusammenhängen, bis die letzte oder die Uebergangsgeneration folgt, die sich trennt und den neuen Cyklus beginnt. Die Zellen der Uebergangsgeneration sind meist anders gestaltet als die Zellen der Theilungsgenerationen, und lassen sich von diesen sehr wohl unterscheiden. Als Beispiel möge man die kleine Alge *Scenedesmus* betrachten (28).

Fig. 28.



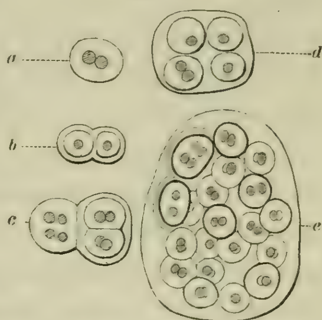
Aber selbst diese vermittelnden, vegetativen Generationen bleiben sich nicht gleich, sondern zeigen am Anfange und Ende Verschiedenheiten, so dass die Uebergangsgeneration als ein drittes Glied in der Fortpflanzungsweise erscheint.

Fig. 28. Scenedesmus acutus Meyen, eine kleine mit freiem Auge nicht erkennbare Alge, 800mal vergrössert, in der Uebergangsgeneration.

Von hier an aber gestalten sich die Fortpflanzungszellen selbst ungleich, und damit ist der erste Anstoss zu einem Dualismus gegeben, der sich bis zu den vollkommensten Gewächsen hindurch spinnt und sicherlich nicht wenig Einfluss auf die ganze Gestaltung der Pflanze, und besonders jener Theile nimmt, in welchen nach langen Reihen von vermittelnden, vegetativen Generationen der Gegensatz zur grösstmöglichsten Ausbildung gelangt.

Während bei den streng einzelligen und familienweise zusammenlebenden einzelligen Pflanzen jede Zelle als Fortpflanzungszelle erscheint ([29]), wird bei den Zellenkomplexen die Möglichkeit der Fortpflanzung nur auf die Spitzenzellen übertragen, während die Dauerzellen keinen Antheil daran nehmen.

Fig. 29.



In diesem Gegensatze, durch welchen jeder Zellenkomplex erst sein Dasein erhält, ist aber auch die Heterogeneität der Fortpflanzungszellen aller Zellenkomplexe bereits vorgebildet, und wir dürfen uns nicht wundern, wenn die ganze Fortpflanzung der Gewächse diesem Dualismus unterthan ist. Zweierlei Fortpflanzungszellen sind es also, die schon in den einfachsten, einzelligen Pflanzen als Bedingung der Fortpflanzung erscheinen und durch die verschiedensten Formen der Zellenkomplexe hindurch in gleicher Weise die Fortpflanzung

Fig. 29. Gloeocapsa opaca Näg., ebenfalls eine sehr kleine Alge in der Fortpflanzung von *a* bis *e* dargestellt, wo sie bald zwei, drei, vier und mehrere familienweise zusammenlebende Individuen bildet.

abhängig machen. Ist nun dieser Dualismus der Gestaltung der Fortpflanzungszellen im ganzen Gewächsreiche mit Ausnahme der einfachsten Formen einmal erkannt, so ist unstreitig die wichtigste Frage die: wie verhalten sich diese zweierlei Fortpflanzungszellen zu einander? — ist ihre gegenseitige Einwirkung für die Fortpflanzung nothwendig? — und in welcher Weise erfolgt diese Einwirkung?

Bis jetzt hat die Erfahrung einen dreifachen Modus erkannt. Die verschiedenen Fortpflanzungszellen wirken auf einander nicht unmittelbar ein. Sowohl die eine als die andere Form, meist jedoch nur die eine derselben, ist zeugungsfähig und pflanzt getrennt von der Mutterpflanze das Individuum fort. — Der zweite Modus erfordert eine gegenseitige Einwirkung durch unmittelbare Berührung. Während dabei die eine Fortpflanzungszelle erschöpft wird, tritt die Befähigung zur individuellen Entwicklung erst in der andern ein. — Die dritte Art endlich besteht in einer gänzlichen Vereinigung beiderlei Fortpflanzungszellen, aus welcher ein drittes, der Keim einer neuen Reihe hervorgeht. Es ist merkwürdig, dass dabei einer der beiden Fortpflanzungszellen häufig eine aktive Ortsveränderung durch Vermittlung eigenthümlicher Bewegungsorgane zukommt, oder dass eine Annäherung doch wenigstens in Folge des Wachsthumes möglich wird. Die erste Andeutung hierzu liegt schon bei den streng einzelligen Pflanzen, deren ast- oder vielmehr blattbildende Aussackungen, die Träger der Fortpflanzung erst durch Annäherung und gegenseitige Vereinigung die Bildung der Fortpflanzungszelle ermöglichen, wie das bei *Vaucheria sessilis Lyngb.* der Fall ist ([30]).

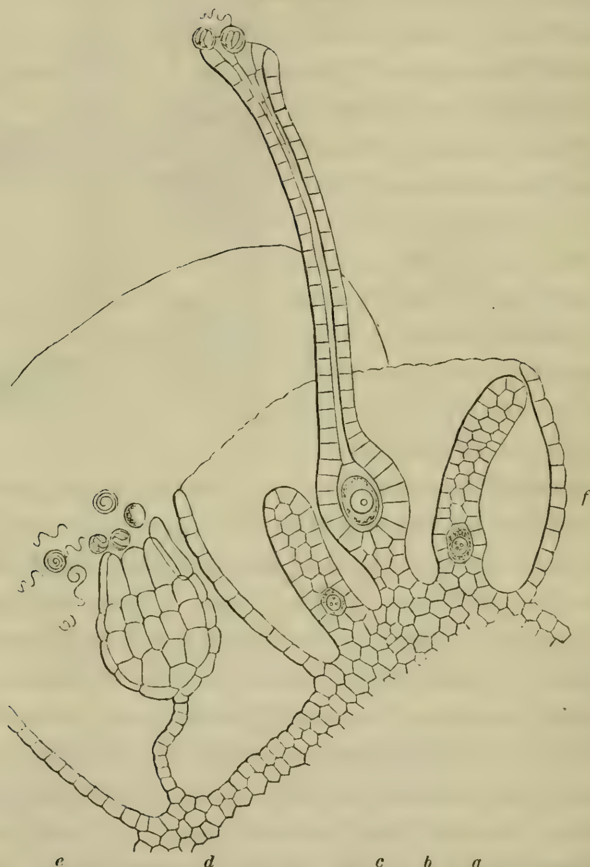
Ob man in diesem Dualismus eine Geschlechtsdifferenz erkennen will oder nicht, ist hier ganz gleichgiltig; so viel ist jedoch gewiss, dass derselbe eine die ganze Fortpflanzung beherrschende Einrichtung ist, die, wenn sie auch nicht immer gleich offen in die Erscheinung tritt, dennoch nichts weniger als letzte Triebfeder der Wirksamkeit erscheint. Dass in vielen Fällen, namentlich bei minder organisirten Pflanzen, die eine Form dieser Fortpflanzungszellen, sowohl in Gestalt als im Bewegungsvermögen grosse Aehnlichkeit mit den die Fortpflanzung vermittelnden sogenannten Samenfäden der Thiere besitzt, lässt wenigstens der Vermuthung Raum, dass zwischen der geschlechtlichen Fortpflanzung der Thiere und Pflanzen in der Wesenheit wenig Unterschied sein mag. Von den Fucaceen, oder vielleicht eigentlicher von den Characeen an durch die Flechten (?), Lebermoose ([31]), Laubmoose, Farn und Schachtelhalme zieht sich dieser offenbare Geschlechtsdualismus und wird erst in den höheren Pflanzen mehr versteckt, darum aber in seiner Bedeutung als solcher nicht minder zweifellos.



Erlauben Sie nun, meine Leser, das Ineinanderwirken

Fig. 30. Kleine Stücke von *Vaucheria sessilis Lyngb.* *a* Keimästchen und *b* Hackenästchen vor der Kopulation, — *c* Keimzelle in dem Keimästchen nach der Kopulation; *d* der entleerte Hackenschlauch nach der Kopulation. (Nach Nägeli).

Fig. 31.



beiderlei Fortpflanzungszellen in den blüthentragenden Pflanzen etwas ausführlicher zu beleuchten. Sie sind es ja, die

Fig. 31. Blüthenstand von *Jungermannia complanata*. (Theilweise nach W. Hofmeister). Drei Archegonien *a.b.c* von einem Perianthium *f* eingeschlossen, wovon 2 noch nicht befruchtet sind, das 3te *b* eben befruchtet wird. Das Keimbläschen noch einfach. — Neben denselben von einem Deckblatt *e* unterstützt ein Antheridium *d*. Dasselbe ist bereits an der Spitze geöffnet

wir fast immer vor unseren Augen haben, und die gerade während dieser Thätigkeit — bei dem Blühen — am meisten unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Durch unendliche Reihen von Zellen hindurch scheint sich bei der Mehrzahl der Pflanzen erst die Befähigung zur Bildung der Fortpflanzungszellen nach und nach zu entwickeln. Derselbe Dualismus, der sich zwischen Dauer- und Bildungszellen bei der Enstehung dieser Reihen ausspricht, der den Gegensatz zwischen Achse und Blätter hervorruft, tritt endlich an der Spitze derselben durch eine unendliche Stufenfolge geläutert, als Fortpflanzungszellen hervor, und schliesst als Ziel der Bildung jeden weiteren Fortbau der Pflanze ab. Zwei Organe der höchsten Antithese werden die Träger der Fortpflanzungszellen, das Staubblatt von der einen, von der peripherischen Seite, die Samenknospe an der Achsenspitze auf der andern, nämlich der centralen Seite. Die Bildungsstätte der Fortpflanzungszellen im Staubblatte liegt in der Mitte der verkümmerten Blattspreite. Aus einer Zelle entwickeln sich hier bald Reihen von Zellen, in deren Innern nach rascher transitorischer Zellbildung endlich die Fortpflanzungszellen, hier Pollenzellen genannt, hervorgehen. Mit ihrer vollkommenen Ausbildung trennt sich das umgebende Zellgewebe (Staubbeutelfächer) und die Fortpflanzungszellen treten frei heraus. Sie sind es, welche den Blumenstaub bilden.

Während dies bei den letzten Schritten, den die Metamorphose des Blattes am Stengel durchmacht, geschieht, findet

und lässt die Samenfäden (*Spermatozoidia*), einige noch in ihren Mutterzellen eingeschlossen, andere davon befreit, heraustreten. Ein Theil davon hat sich bereits an die Mündung des reifen Archegonium begeben.

in den Endtheilen der Achse ganz etwas Aehnliches Statt. Die Achse, durch die fortwährende Blattentwicklung fast konsumirt, schiebt über die letzte Blattspirale der Fruchtblätter nur noch einen kleinen Fortsatz der Achse hinaus, der entweder einfach bleibt, oder sich zertheilt und dann den Fruchtblättern sich so anschliesst und so mit ihnen verwächst, dass man sie nicht mehr von diesen zu unterscheiden im Stande ist. Aus diesem letzten Fortsatze der Achse, der meist in eine Höhle der in vielfacher Weise zusammengewachsenen Fruchtblätter hineinragt und Mutterkuchen *(Placenta)* genannt wird, entspringen nun Zellenreihen, die gleichfalls in ihrem Innern Fortpflanzungszellen hervorbringen. Der ganze Apparat hierzu wird Samenknospe genannt, und besteht aus einem Kern von Zellen *(Nucleus)*, über welchen sich vom Grunde aus bis nahe an die Spitze nach und nach eine oder mehrere scheidenförmige Hüllen (Eihäute) hinüberschieben, so dass zuletzt nur noch ein kleiner Zugang zu dem Kern, der sogenannte Knospenmund *(Micropyle)* übrig bleibt. Die Zellreihe, aus deren Spitze dieser Apparat sich entwickelte und zu einem bald längeren bald kürzeren Träger (Samenstrang) herangewachsen ist, nimmt zuletzt gegen diesen eine sehr verschiedene Stellung und Lage ein, je nachdem die Ausbildung des ersteren auf einer allseitigen oder mehr einseitigen Entwicklung der Elementartheile beruht. Kurz im Centrum des Apparates, im Kern ist es nun ebenfalls wieder eine Zelle, vielleicht die Scheitelzelle, die sich übermässig vergrössert (Keimschlauch, Embryoschlauch) und in ihrem geräumigen Innern mehrere kleine, freie, im Zellinhalte schwimmende Zellchen erzeugt.

Es sind dies und können nichts anders sein als Fortpflanzungszellen (32).

Diese letztern aus der Achse hervorgegangenen Fortpflanzungszellen bilden sich, wie es scheint, von selbst nicht mehr weiter aus und würden verkümmern, und endlich ganz aufgelöset werden, wenn sie nicht zu weiterer Entwicklung von aussenher bestimmt würden. Auch die frei gewordenen Pollenzellen, obgleich vollkommen ausgebildet, haben dasselbe

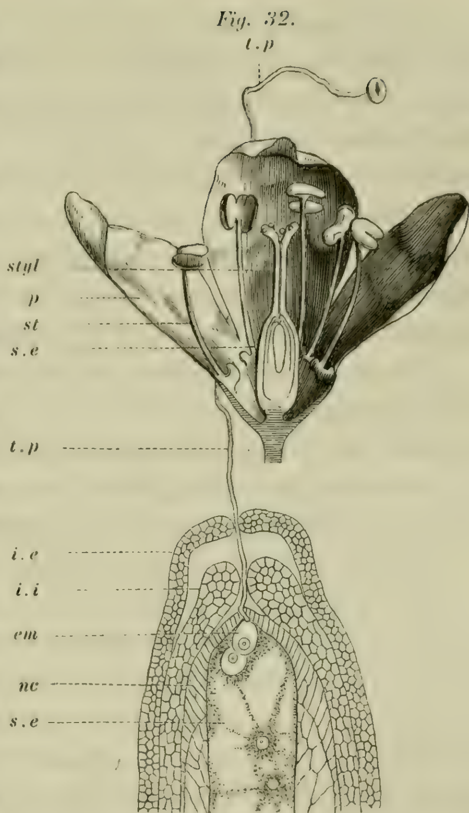


Fig. 32. Durchschnitt einer vergrösserten Blüthe von Buchweizen (*Fagopyrum emarginatum*). *p* Blüthenhülle. *st* Stauborgane mit geöffneten Staubbeuteln. Einige Pollenzellen sind auf die Narbe des Griffels (*styl*) gerathen, wo sie sich bereits verlängert haben, und durch den Griffelkanal bis an den Keimsack *s.e* (*saculus embryonis*) vorgedrungen sind.

Durch beigefügte stärkere Vergrösserung des oberen Theiles der Samenknospe ist man im Stande den ganzen Verlauf des Pollenschlauches *t.p*, sein Eindringen durch den Knospenmund der äusseren Knospendecke *i.e* (*integumentum externum*) — der inneren Knospendecke *i.i* (*integumentum internum*) — den Knospenkern *nc* (*nucleus*) bis in den Keimsack *s.e* zu verfolgen, wo er mit den Keimzellen *em* in unmittelbare Berührung tritt.

Loos. Nun geschieht es aber, dass die freien Pollenzellen und die Zellen des Keimschlauches an einander gerathen, und siehe da! während die ersteren dabei verkümmern, entsteht die Fähigkeit zur weiteren Ausbildung in den letzteren, die damit endet, dass der ganze vorhin genannte Apparat, — nun Same genannt, — sich von der Mutterpflanze lostrennt, und die bereits junge Pflanze in eine Lage versetzt, sich fortan selbstständig ausbilden zu können. Natürlich geht diese ganz und gar nach dem Typus der Mutterpflanze vor sich.

Die Fortpflanzungszellen der Samenknospe sind zwar in dieser eingeschlossen, sie selbst in der Regel in der Höhle der zusammengewachsenen Fruchtblätter, d. i. im Fruchtknoten verborgen, allein dies hindert dennoch nicht, dass die frei gewordene Fortpflanzungszelle des Staubblattes mit jenen in unmittelbare Berührung kommen kann.

Dies geschieht auf folgende Weise. Schon die Lage des Fruchtknotens ist von der Art, dass unter den vielen Tausenden der Pollenzellen, die nach der Oeffnung der Staubbeutel frei werden, einige davon sicherlich mit demselben und namentlich mit dessen Spitze in Berührung kommen. Die Spitze, welche durch die Verwachsung der Spitzen der Fruchtblätter entstanden ist, und je nach deren Form bald kürzer, bald mehr in die Länge gezogen ist (Griffel), geht am Ende in einen etwas erweiterten Theil auseinander (Narbe).

Diejenigen Pollenzellen, welche die Narbe empfängt, bereitet sie durch einen fortwährend ausgeschwitzten Saft der Art zu einer weitern Entwicklung, zu einem Fortwachsen, oder wenn man lieber sagen will: Keimen vor, dass sich daraus in der That mit Hinterlassung der äusseren Hülle ein

Zellschlauch entwickelt, welcher sowohl einfach bleibt als sich auch durch Aussackung zu verzweigen im Stande ist. Die so keimende Pollenzelle würde aber ungeachtet der Nahrung der Narbenfeuchtigkeit bald zu Grunde gehen, wenn sie nicht im Stande wäre, mit ihrem vordringenden Ende sich zwischen den aufgelockerten Zellen der Narbe und zwischen Reihen wenig zusammenhängender Zellen des Griffels Bahn zu brechen. Nach einiger Zeit gelingt es immerhin, einer oder mehrerer Pollenzellen selbst bis in die Fruchthöhle hinabzugelangen. Nun sind nur wenige Hindernisse mehr zu überwinden. Die Spitze des wachsenden Pollenschlauches gelangt leicht selbst an die Samenknospe und findet da durch die Oeffnung der Samendecken einen ungehinderten Fortgang bis zu dem Samenkorn. Endlich aber müssen noch die Zellen des Nucleus durchbrochen werden, was um so leichter gelingt, als dieselben noch sehr zart und nachgiebig sind und in der Zeit auch der Keimsack durch seine Ausdehnung und durch das Verdrängen der oberen Zellen dem Pollenschlauche gewissermassen entgegen gekommen ist.

Im Keimsacke selbst sind nun auch die Keimzellen nahe an die Oberfläche getreten und berühren sogar die Innenseite seiner Wand. Es ist daher dem bis hierher vorgedrungenen Pollenschlauche ein leichtes, nur durch die Membran des Keimschlauches getrennt, mit den Keimzellen in eine mittelbare Berührung zu kommen, ja derselbe breitet sich an der Oberfläche des Keimsackes sogar aus, um diese Berührung wo möglich nachdrücklich zu Stande zu bringen. Die Folge davon ist, dass während der Pollensack nach und nach von Aussen nach Innen abstirbt, in einer der Keimzellen, wahr-

scheinlich in der dem Pollenschlauche zunächst gelegenen eine weitere Zellbildung eintritt, die endlich mit der Bildung der Grundlage einer neuen Pflanze schliesst. Ob hierbei in manchen Fällen der Keimsack an der Berührungsstelle beider an einander tretender Fortpflanzungszellen nicht ganz resorbirt wird, so dass sich nun beide unmittelbar zu berühren vermögen, scheint nicht unwahrscheinlich, ist jedoch durch die Erfahrung noch nicht hinlänglich ermittelt. So viel ist jedoch gewiss, dass es zu weiterer als einer blossen Kontaktwirkung zwischen beiderlei Zellen in allen höher gebildeten Pflanzen nicht kommt, während ein Verschmelzen beider durch Kopulation in den niederen Sphären des Gewächsreiches keine seltene Erscheinung ist. So zeigt denn auch in der Fortpflanzung die höher ausgebildete Pflanze einen Sieg über das Materielle, und wo dort eine innige Verschmelzung beider Elemente zur Hervorbringung eines neuen Keimes erforderlich ist, genügt hier eine einfache Berührung und eine mehr dynamische Transfusion geläuterter Stoffe. Mit Einem Worte, es ist ein Kuss, womit die blüthentragende Pflanze das schönste Werk ihrer Verjüngung feiert.

DREIZEHNTER BRIEF.

SPROSSBILDUNG. GENERATIONSWECHSEL

Mit der Ausgleichung der Geschlechts-Differenz ist der Dualismus, der alles in und an der Pflanze auf die Spitze trieb, versöhnt, das Ziel des individuellen Lebens erreicht. Ein weiteres ist für dasselbe nicht mehr möglich, darum schliesst auch die Blüthe, in welcher diese Ausgleichung zu Stande kommt, den Bau der Pflanze vollkommen und für immer ab. —

Indess gelingt es der Pflanze nicht immer, ja vielleicht fast gar nie, dieses Ziel in der oben angegebenen Reihenfolge der Entwicklungen auf einmal zu erreichen. Der als Norm aufgestellte Bau der Pflanze ist somit nur ein Ideal, das sich in der Natur nur selten verwirklichet findet. Statt diesem an und für sich zwar regelmässigen und schönen, seiner Natur nach aber höchst beschränkten, hinfälligen Ideale, ist in der Pflanze vielmehr ein Bauwerk hingestellt, das über alle Beschränkung in Zeit und Raum sich zu erheben vermag, das allen Eventualitäten Trotz bietet und an Grösse und Macht alle Bauwerke übertrifft, die menschlicher Verstand und Ausdauer je hervorzubringen im Stande waren.

Aber nur dadurch, dass die Pflanze in ihrer idealen Rich-

tung, in ihrer Entwicklung sich selbst zu bezähmen vermag, dass sie sich selbst Hindernisse stellt, und dadurch zu erneuter Kraftanstrengung aufgefordert wird, tritt sie gleichsam über die Beschränkung hinaus, und vollendet ihre Aufgabe erst in einer Reihenfolge selbstständiger Entwicklungen, was sie sonst mit einem Streiche erreicht haben würde. Die Pflanze als einheitliche Entwicklungsreihe wird dadurch zum G e w ä c h s, in welchem Reihen auf Reihen folgen.

Steigen wir nun von der Betrachtung der Pflanze zur Betrachtung des Gewächses empor. Das Maiglöckchen soll uns hierin als Wegweiser dienen.

Man würde sich sehr irren, wenn man der flüchtigen Beobachtung folgend in diesem Gewächse eine einfache, an einer und derselben Achse stattfindende Aufeinanderfolge von Blattorganen bis zur Samenknospe erkennen wollte. Das ist nicht so. Die Achse, die sich aus dem Samenkorne entwickelt, bringt es nie und nimmermehr bis zur Bildung der Blüthe, im Gegentheile schliesst sie sich mit Hervorbringung der Niederblatt- und Laubblatt-Formation vollkommen ab, letztere selbst nur in wenigen Blattcykeln vollendend. Ohne Bildung einer neuen Achse, welche aus der erst entstandenen hervorgeht, und welche das vollendet, was die erste unvollendet lässt, wäre die Erreichung des Zieles dieser Pflanze unmöglich. Die zweite Achse nun, die nicht mehr mit der Niederblattformation, auch nicht mit der Laubblattformation beginnt, sondern unmittelbar die Hochblattregion entfaltet, trägt an ihrer Spitze die Blüthe und bringt das in der ersten Achse begonnene Werk erst zu Ende. Diese Pflanze muss demnach mit gutem Recht eine zweiachsige genannt werden. Solchen zwei-

achsigen Pflanzen begegnen wir fast überall im Gewächsreiche, besonders aber in den blüthentragenden Pflanzen, auch ist es nicht immer eine Folge zweier Achsen, womit das Gewächs vollendet wird, sondern es finden sich nicht selten eine Folge von 3, 4, ja selbst von 5 Achsen ([33]).

Dass diese Folge von Achsen, wie alle Bildungen der Pflanze, Ergebnisse der Generationsthätigkeit sind, lässt sich schon von vorn herein vermuthen, es wird dies aber auch noch durch die anatomische Un-



Fig. 33.

tersuchung insoferne bestätiget, als dieselbe es wahrscheinlich macht, dass jede Zweigbildung von Einer Zelle der Achse ausgeht und durch fortgesetzte Generationen derselben zu einem Komplexe von Zellen wird, der sich durch selbstständige Entwicklungsrichtung von der Entwicklung der Mutterachse gleichsam loszureissen, oder sich zu emanzipiren sucht. Diese selbstständige, alle Bildungselemente unter eine Richtung bringende Entwicklung, ist es, wodurch dergleichen Zellenkomplexe auch auf die Bedeutung selbstständiger Achsen Anspruch machen können. Es ist nicht zu leugnen, dass in diesem Vorgange eben so gut, wie in dem Zeugungsprozesse der Fortpflanzungszellen eine Fortpflanzung des Gewächses erzielt wird, sie geht jedoch, und kann nicht anders als von einem Monismus ausgehen und bleibt daher jeder dualistischen Zeugung untergeordnet. Von einem blossen Fortwachsen unterscheidet sie die Selbstständigkeit der Bildungsrichtung, so wie die häufig vorkommende Trennung von der Mutterpflanze ganz und gar.

Die Erscheinungen bei Bildung neuer Achsen sind sehr mannigfaltig und können hier nur der Hauptsache nach in Betrachtung gezogen werden. Jede neue Achse erscheint anfänglich verkürzt, die Blattelemente durch die kleinsten Intervalle von einander geschieden, alles gleichsam konzentrirt. In diesem Zustande werden sie Knospen genannt, bei der

---

Fig. 33. Zur Erläuterung des Angegebenen diene beifolgendes dreiachsiges Gewächs, an dem zwar einzelne Elemente vorhandener Pflanzen zu erkennen sind, die jedoch auf eine ideale Weise zusammengestellt wurden, um die Sprossbildung auf die einfachste Form zu reduciren. I. Erster Spross mit alleiniger Niederblattbildung. II. Zweiter Spross mit Niederblatt- und Laubblatt-Formation. III. Dritter Spross mit Hochblattformation zuletzt mit der Blüthe geschlossen.

Erweiterung der Intervalle und Ausbildung der Anhangsorgane — Sprosse. Die Knospe deutet also nur den Jugendzustand des Sprosses an, kann aber übrigens der Träger der verschiedensten Blattformationen sein. Es gibt daher Sprosse mit Niederblatt, Sprosse mit Laubblatt, Sprosse mit Hochblatt und endlich Sprosse mit Blüthenformation, ja selbst bei den Blüthensprossen kann eine oder die andere Formation der Blüthe, namentlich die der Staubblätter oder der Fruchtblätter fehlen.

Dies hindert jedoch nicht, dass nicht anderseits ein und derselbe Spross mehrere Blattformationen vereiniget, also gewissermassen vollständiger als ein anderer ist.

Jeder Theil der Pflanzenachse, ja selbst der absteigende, kann Sprossen erzeugen; kein so festes Gesetz, wie bei den Blättern bestimmt ihre räumliche Aufeinanderfolge, was eben zeigt, dass sie etwas von der Blattbildung durchaus Verschiedenes darstellen. Doch findet es sich sehr häufig, dass die Entstehungsstelle des Blattes zugleich den Ort bezeichnet, von wo aus die Sprossbildung häufig ihren Ursprung nimmt. Die Knospen in den Achsen der Blätter gehören im Pflanzenreiche zu den gewöhnlichsten Erscheinungen.

Von grösserer Bedeutung und Einfluss auf das Aussehen des Gewächses ist die Aussprossungsregion, d. i. die Abtheilung der Blattformation, von welcher aus der Spross hervorgeht. Es ist hier ebenfalls wieder ein allgemeines Gesetz, dass alle Sprossen nur aus den unteren Regionen, nie aus den oberen entspringen, jedoch ist es sehr verschieden, ob ein Spross aus der Niederblatt-, Laubblatt- oder selbst aus der Hochblattregion hervorgeht. Dass der Apparat für die weib-

liche Fortpflanzungszelle in den höheren Pflanzen Spross und Samenknospe oder Samensprösschen genannt wird, liegt nur in der äusseren Aehnlichkeit und muss daher als dem Wesen des Sprosses durchaus fremd, für die Zukunft verbannt werden.

Eben so wie die Aussprossungsregion massgebend für das Gewächs wird, ist es nicht minder die Sprossfolge selbst, oder die Ordnung, in welcher die mehr oder minder ausgebildeten Sprosse auf einander folgen, um das Gewächs in seiner vollständigen Integrität darzustellen. In dieser Sprossfolge zeigt sich deutlich die Abhängigkeit eines Sprosses von dem andern und die vollständige Darstellung des Gewächses beruht eben in der fortschreitenden Folge der einzelnen Sprosse, — eine Erscheinung, die man auch im Thierreich als Aufeinanderfolge unter sich ungleichen Generationen zur zeugungsfähigen Endbildung wahrnimmt und die man da als Generationswechsel bezeichnete.

Wenn im Thierreiche diese Generationsänderung nur in den niedersten Thierklassen gefunden wird, so bemerken wir diesen Generationswechsel in der Sprossfolge im Gewächsreiche als eine der allgemeinsten Erscheinungen von der umgekehrt hier vielleicht nur die niedrigsten Pflanzen eine Ausnahme bilden.

Von dieser Sprossfolge, die unbezweifelt als eine wesentliche erscheint, da von ihr die geschlechtliche Fortpflanzung des Gewächses abhängt, ist die Erscheinung der wiederholenden Sprossen wohl zu unterscheiden, da sie es eigentlich sind, welche das Gewächs zu dem stempeln, wie es realiter in die Erscheinung tritt. Es findet nämlich keines-

wegs ausnahmsweise, sondern fast als Regel statt, dass die Bildung eines Sprosses eine grössere oder geringere Anzahl gleichwerthiger coordinirter Sprosse nach sich zieht. Was also einem einzigen Individuum zugewiesen sein würde, ist bei dieser Einrichtung einer Menge gleichwerthiger Individuen übertragen. Schlägt daher dieser oder jener Prozess auch bei dem einen oder bei dem andern fehl, so übernimmt ihn der folgende und die Erhaltung der Pflanzenart ist dadurch bei weitem weniger gefährdet, als es der Fall wäre, wenn die Sprossfolge nur eine einfache bliebe.

Dies tritt um so deutlicher bei den Sprossen letzter Ordnung, die die geschlechtliche Fortpflanzung zum Zwecke haben, hervor, und kommt damit noch eine ungleichzeitige Entwicklung der Blüthen zu Stande, so mögen die äusseren Einflüsse noch so störend einwirken, sie werden weder der Integrität des Gewächses noch viel weniger jener der Art einen Eintrag zu thun im Stande sein. Ja auf dieser Wiederholung der Sprossen beruht endlich auch die Erstarkung vieler Pflanzen, ohne welcher sie vielleicht nie ihr Ziel würden erreichen können. Die Ausbildung der Spargelpflanze, der Rebe, der Linde u. s. w. hängt von solchen Erstarkungssprossen ab.

So hat also die Natur der Pflanze selbst Sorge getragen, dass ihre Zwecke möglichst vollständig erreicht werden, und selbst die scheinbar unwesentlichen und überflüssigen Wiederholungssprosse sind in dem Haushalte derselben von Bedeutung. Aber auch auf die Gestaltung des Gewächses, welches dadurch wahrhaftig als eine Familie innigst verwandter und sich gegenseitig unterstützender Individuen erscheint, hat sowohl diese Wiederholung als die weitere Potenzirung gleich-

artiger Achsen den auffallendsten Einfluss. Erst dadurch wird die Pflanze zu einem Pflanzenstock, auf dem Tausende von Individuen verschiedenen Alters in gegenseitiger Abhängigkeit und mit dem Bestreben nach gleichem Ziele sich des Lebens freuen, und wenn der hinfällige Blüthenbüschel mit seinen unzähligen Blüthen uns eine Macht von Reizen entfaltet, wie wir sie in der ganzen Pflanzenwelt nirgends finden, so wird der Baumstamm mit seinen Tausenden Aesten und Zweigen, in deren jedweden eine Dryade wohnt, unser Gemüth eben so zur Ahnung einer Grösse und Harmonie erheben, die uns erst im Hinblicke eines Weltganzen gebrochen vor die Seele tritt.

Endlich ist in dem Sprosse noch die thatsächliche Vermehrung des Gewächses nicht zu übersehen. Viele von den Sprossen (nämlich die Wiederholungssprosse) haben das Eigenthümliche, dass sie schon im Jugendzustande als Knospen (Brutzwiebeln) sich von dem Pflanzenstocke lösen und damit das biologische Individuum fortpflanzen; andere thun dies erst nach erfolgter Entwicklung. Was die Natur der Pflanze hierin anzeigte, hat der Mensch zu seinem Vortheil nicht sparsam fortgesetzt, und indem er ihr Knospen, Zwiebeln, Knollen u. s. w. entreisst, vervielfältiget er einen grossen Theil seiner Nutzgewächse. Zu den Pflanzen, deren Knospen und Knospenanhäufungen sich von selbst trennen, gehören viele Zwiebelgewächse, wie z. B. die Feuerlilie *(Lilium bulbiferum)*; zu jenen, deren Verbindung erst nach und nach aufgelöset und durch Zerstörung vernichtet werden muss, sind zu zählen die Erdbeere, die Kartoffel und mehrere andere ([34]). Ohne Zweifel hat diese Bildung von Vermehrungssprossen, die man

auch Brutknospen genannt hat, selbst in den tiefer stehenden Gewächsen einen gleichen Ausdruck gefunden. Die Bruthäufchen der Moose, Lebermoose, die Keimzellen der Flechten und Algen sind offenbar nichts anderes als solche Bestrebungen zur Fortpflanzung ohne Gegensatz eigentlicher Fortpflanzungszellen. Und so sehen wir bis in die ersten Anfänge des Gewächsreiches hinab eine Einrichtung getroffen, die die Erhaltung der Pflanzenart selbst unter den ungünstigsten Umständen und bei der grössten Hinfälligkeit der Individuen dennoch aufrecht erhält.

Fig. 34.



Mit meisterhafter Hand hat Alexander Braun dieses ganze so schwierig auf einen Gesichtspunkt zurückzuführende Chaos von Sprosswesen zu beherrschen gewusst und sicherlich dadurch mehr Klarheit in das Verständniss des

---

Fig. 34. Ein junges Pflänzchen von *Solanum utile* mit sechs Blatt-Paaren. Aus den Achseln des ersten Blattpaares, nämlich der Keimblätter, sind zwei, so wie aus den des folgenden Blattpaares ebenfalls zwei Niederblattsprossen hervorgegangen, und haben sich zum Theil schon in die Erde versenkt. Obgleich in ihren Enden nicht, wie bei der Kartoffel, zu Knollen verdickt, dienen sie doch wie jene zur Vermehrung des Gewächses, indem ihre Verbindung mit der Mutterpflanze bald abstirbt.

Pflanzenbaues gebracht, als die detaillirtesten anatomischen Untersuchungen es bisher im Stande waren. Die Architektonik des Pflanzenbaues im Grossen verdankt ihm dadurch sicherlich die grössten und wichtigsten Aufschlüsse.

VIERZEHNTER BRIEF.

EINHEIT DER GATTUNG UND DER HŒHEREN KATEGORIEEN.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, dass die Pflanze nur in einer Reihenfolge von Verjüngungserscheinungen ihr Ziel erreicht. Zwischen Aufgeben des Gewonnenen und Erreichung des Erstrebten, zwischen Vernichtung und Wiedergeburt schwebt sie, bis es ihr gelingt, das in immer grösserer Divergenz aus einander tretende Bildungsleben wieder zu vereinen. Die Bildung der Zellen, der Aufbau in Blattcykeln und Blattformationen und endlich die Sprossbildung und Sprossfolge sind nichts anderes als engere und weitere Kreise, in welchen sich das Absterben und Wiedererzeugen der Pflanze darstellt. Während im Thierorganismus durch alle Organe hindurch dieselbe Metamorphose still und verborgen durchgeht, wird im Pflanzenorganismus jedes Glied derselben starr und bleibend, und jedes neue legt sich über das alte, schwingt sich triumphirend über das Ziel früherer Errungenschaft. Alles ist dabei nicht blos Eines, es ist auch ein neben einander Existirendes, so dass man den ganzen Stufengang, die ganze Umstaltung und Verjüngung mit einem Blicke zu übersehen im Stande ist.

In gleicher Folge schreitet die Pflanze bei ihrer Fortpflanzung fort. Es ist kein Stillestehen mehr möglich, und ist auch das Individuum zum Abschlusse gebracht, so baut es sich in seiner Nachkommenschaft doch in derselben Weise fort. Dadurch entsteht eine Reihe von Individuen, räumlich zwar von einander getrennt, aber durch die Generationsfolge doch immerhin zu einer Einheit, zu einem Ganzen verbunden. Wie auch in der Reihe dieser Individualisirungen das Leben auf- und niederschwanken mag, alle Glieder desselben hängen immerhin realiter zusammen, obgleich der Faden zerreisst, der sie bei ihrer Entstehung zusammenhält. Die Summe dieser in der Erscheinung getrennten Individuen ist es nun, welche wir als Gattung *(species)* bezeichnen, und es ist nicht in Abrede zu stellen, dass dieser Begriff keineswegs ein blosses Aggregat von Einzelheiten, sondern eine Reihe derselben darstellt, in der sich jedes Glied in einem gewissen Verhältnisse zu den übrigen Gliedern verhält. Dieses Verhältniss ist aber kein anderes als das Verhältniss, in welcher eine Zelle zur andern, ein Blattcyklus und eine Blattformation zur andern und endlich ein Spross zum andern sich befindet.

Dadurch geht aber von selbst hervor, dass die Gattung in ihrer Wesenheit dasselbe ist, was eine Zellreihe, eine Folge von Blattcykeln und Blattformationen, so wie eine Sprossfolge d. i. ein organisches Ganzes. Als solches muss demnach die Gattung auch alle jene Eigenschaften besitzen, welche organischen Wesen überhaupt zukommen. Unter diesen bezeichnen wir vor allen andern erstens die Entstehung aus einem Keime, zweitens die Entwicklung zu einem vollendeten

Ganzen und drittens das Aufgeben der Individualität nach Erreichung der Bestimmung.

Es müssen demnach im Leben der Gattung alle diese Momente, die im Einzelwesen häufig sehr nahe auf einander folgen, in weiteren Zeiträumen eben so nothwendig wieder erscheinen. Mit Einem Worte, die Gattung muss einen Anfang, eine Reihenfolge weiterer Entwicklungsstadien und ein Ende haben.

Leider ist die kurze Spanne Zeit, die einzelne Beobachter für die Erscheinungen dieses Lebensganges der Gattung widmen können, viel zu klein, um erfahrungsmässig diese Stadien auch nur an einer oder der andern Gattung ausfindig zu machen. Nur das Absterben der Gattung oder das Entstehen derselben könnte allenfalls, als auf kürzere Zeiträume beschränkt, ein Gegenstand der Erfahrung sein, allein da sich auch hierin die Beobachtungen mehrerer Menschenalter ergänzen mussten, die wenigsten Pflanzen aber durch ihren Einfluss auf den Menschen seine Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, so ist wohl begreiflich, dass wir auch über diesen Punkt vollkommen im Dunkel sind. Nur aus der Thierwelt tauchen hie und da bedeutungsvolle Thatsachen auf, welche in der Pflanzenwelt ähnliche Erscheinungen vermuthen lassen.

Aber auch zugegeben, die Pflanzengattung hat wie die Thiergattung ihr Existenz-Alter, d. h. die ihr zugewiesene Zeit des Daseins, so lässt sich wohl das Erlöschen aus einer steten Verminderung der Produktivität erklären, allein die Entstehung derselben, ihr Hervorgehen, ihr Eintritt in die Natur, ist damit noch nicht erklärt, wenn wir ihr auch auf einmal unter den bereits bestehenden Gattungen begegne-

ten. Die Frage über den primordialen Zustand der Gattung, über das Verhältniss derselben zu den übrigen Gattungen und zur Natur im Ganzen ist damit noch nicht gelöset.

Fasst man, wie es bisher üblich ist, die Gattung als eine Summe gleichgebildeter (gleichartiger) Individuen auf, an denen sich, wie die Erfahrung unserer Beobachtungsfrist zeigt, auch nicht eine Erscheinung sich bleibend ändert (unveränderliche Merkmale), so wird man nothgedrungen zur Erklärung dieser Frage auf den Satz geführt, dass die Entstehung der Gattung unmöglich in einer der vorhergehenden ihren Grund haben könne. Es bleibt also nichts übrig, als anzunehmen: Kräfte ausser dem Bereiche der organischen Welt treten zur Erschaffung der Gattung zusammen, eine Annahme, die, wenn auch nicht im Widerspruche mit der Wirksamkeit anorganischer Kräfte überhaupt, doch wenigstens wie ein bares Wunder klingt.

Ganz anders nimmt sich die Sache aus, wenn wir den Pfad der Analogie verfolgend die Gattung als eine Summe bildungsfähiger daher veränderlicher Elemente ansehen, in welcher zwar auf lange Zeiträume hinaus keine Metamorphosen bemerklich werden, nichts desto weniger aber im Umfange von Jahrtausenden (aus welchen gering gerechnet, das Existenz-Alter jedes organischen Wesens bestehen mag) Keimen, Wachsen, Blühen, Fruchtbringen und Reifen der Gattung erfolgt.

Es würde allerdings irrig sein anzunehmen, dass in diesem Metamorphosengange der Species eben nur die Verschiedenheit der Gattungen bestände, allein wer mag es leugnen, dass nicht durch diese immerhin an eine gewisse Norm ge-

bundene Veränderlichkeit des Bildungstriebes neue Kombinationen der Elemente entstehen, die sich von dem vorhandenen Gattungscharakter losreissen und als neue Gattungen in die Erscheinung treten. Man frage mich nicht, wann? man frage nicht wo dergleichen Abzweigungen aus den bereits bestehenden Gattungen entstanden. Hierüber kann nur die Entwicklungsgeschichte der gesammten Pflanzenwelt möglicher Weise Aufschluss geben, jedoch so viel ist klar, dass dieser die Gattung betreffende Generationswechsel weder den Jugendzuständen noch dem Alter der Gattung angehören mögen, sondern der Periode ihrer grössten Kräftigung, ihrer höchsten Entwicklung sowohl dem Umfange als der Energie des Bildungstriebes nach.

Indess sind uns selbst in unserer fragmentarischen Beobachtungszeit Erscheinungen aufgestossen, die bedeutungsvoll zur Unterstützung obiger Ansicht dastehen, und wenn auch nicht, wie man meinte, an der Stabilität der Gattungen rüttelten, so doch den grossen Metamorphosengang einer Gattung in die andere und somit das Zusammengehören dieser unter eine höhere Einheit deutlich beurkunden. Es sind dies Erscheinungen, die zum Theile dem normalen Leben, theils dem krankhaft entfesselten Bildungstriebe angehören. Das Abweichen einzelner Merkmale von der Regel in der Succession von Generationen ist eine der gewöhnlichsten Erscheinungen. Bei grösserer oder geringerer Beständigkeit dieser Abweichungen nennen wir das eine Abartung *(variatio)*, das andere Raçenbildung. Wie weit dieselben oft gehen können, zeigen unsere Kulturpflanzen, in welchen wir die Stammeltern kaum wieder, ja oft gar nicht mehr zu erkennen im Stande

sind. Dass diese Abweichungen nicht durchaus von einer Aenderung äusserer Einflüsse, namentlich von veränderten Licht-, Luft-, Feuchtigkeits- und Boden-Einfluss u. s. w. herrühren, beweiset schon der Umstand, dass sich zwei ähnliche Arten von Pflanzen unter diesen Umständen häufig ganz verschieden verhalten.

Während der Bildungstrieb beider gleich stark affizirt wird, schlägt er bei der einen um, indess er bei der andern ohne Erfolg bleibt. Der Versuch daher, die Verschiedenheiten der Gattungen auf Einwirkung äusserer Momente, namentlich auf die Bodenbeschaffenheit zurückzuführen, lässt sicherlich den wahren Grund bei Seite stehen. Eben so unzulänglich, obgleich nicht bedeutungslos, bewährt sich der Erfolg, den die Zeugungsthätigkeit der einen Pflanzenart auf die andere ausübt, wodurch sowohl bei den höheren, wie bei den tiefer stehenden Pflanzen (selbst bei Moosen und Farn) Mischlinge (Hibriditäten) entstehen, gleichsam neue aus der Kombination zweier hervorgegangene Gattungen. Ihre Dauer, obgleich auf einige Generationen anhaltend, ist jedoch immerhin beschränkt, daher solche Bastarde nie im Stande sind, das Bürgerrecht unter den übrigen ebenbürtigen Pflanzengattungen anzusprechen und zu erlangen.

Endlich liegen noch die Erscheinungen abnormen Bildungstriebes als nicht unbedeutende Momente für das stetige Vorhandensein eines umbildenden Pflanzentriebes in der Wagschale. Wer kennt nicht die ihm auf jeder Wiese, in jedem Garten aufstossenden Zeichen verwandelter Pflanzentheile. Nicht blos, dass sich Stamm und Blätter übermässig ausdehnen, ein anderes Gewebe, andere Bestandtheile u. s. w. erhalten; selbst

in der sonst so gesetzmässigen Blattordnung tritt ein Schwanken ein, die Cykeln ändern sich, die Aufeinanderfolge in den Formationen wird gestört, und Umwandlungen der sonderbarsten Art treten ein. Wem sind die sogenannten verbreiteten Schösslinge, die gefüllten Blumen, die durchwachsenen Blüthen (35), die zerschlitzten Früchte u. a. m. unbekannt geblieben? Ueberall ist es der nach Sättigung dürstende Bildungstrieb, welcher bald versteckt, bald offen diese Erscheinungen hervorruft. Und es sollte diesem Wandelgeist, diesem Vertreter des Unsteten und Veränderlichen in der That nicht gelingen, sich über die engen Grenzen der Gattungseigenthümlichkeit hinauszuschwingen? Dies ist kaum glaublich. — Wenn wir demnach auch alle bisher gemachten Beobachtungen über die Umänderung der

Fig. 35.



Fig. 35. Eine durchwachsene Lilie (*Lilium candidum*), in welcher sich alle Theile der Blume in einen beblätterten Zweig umwandelten. Der Blüthenschaft dieser Pflanze hatte dadurch, dass sämmtliche Blumen diese Metamorphose eingingen, ein durchaus verändertes Aussehen. Die Abbildung ist die Hälfte der natürlichen Grösse.

Gattungstypen als unrichtig verwerfen müssen, können wir doch nicht umhin, in dem Genius, der die Gattung bestimmt, ihre Einheit durch alle Zeiten und Räume zu bewahren sucht, und wirklich bewahrt, dennoch die Kraft zu erkennen, die nicht blos aus Wasser Wein macht, sondern mit gleicher Zaubermacht auch eine Gattung in die andere überzuführen im Stande ist. Ist aber aller Gattungunterschied vor diesem Zauberstabe in Nichts versunken, wie lässt sich zweifeln, dass in den höheren Kategorieen nicht dieselbe genetische Einheit herrsche, dass nicht auch sie das Ergebniss der Abstammung in weiteren Kreisen sei. Wahrlich, wir würden sehr irren, wenn wir nicht auch diesen, durch unseren Geist zusammengefassten Einheiten eine reale Existenz beimessen. Hat sich die Einheit des Pflanzenleibes überhaupt nur dadurch möglich gemacht, dass alle seine einzelnen Elemente eines aus dem andern hervorgegangen sind, so ist diese Einheit in der gesammten Schöpfung der Pflanzenwelt gewiss ebenfalls nur dadurch möglich, dass ein Glied aus dem andern, eine Gattung aus der andern, ein Geschlecht, eine Familie aus der andern ihren Ursprung nahm. Und eben so wenig im Pflanzenleibe auch nur eine einzige Zelle von Aussen hinzukommt, eben so wenig kann eine Gattung, ein Geschlecht, eine Ordnung u. s. w. von Pflanzen von Aussen hergekommen, und nicht aus ihrem Schoosse entstanden sein. —

So baut sich vor unserem erstaunten Blicke nicht blos das wunderbar gegliederte Gebäude der sichtlichen Pflanzengestalt auf, es reicht dies selbst in Regionen hinein, die unser sterbliches Auge nicht mehr zu durchdringen im Stande

ist. Nicht blos die Einzelpflanze, sondern das ganze Pflanzenreich ist ein Bau — ein Bau zu dem die Tausend und aber Tausend Geschlechter wie Blätter und Blüthen, wie einzelne Zellen als Bausteine dienen.

FÜNFZEHNTER BRIEF.

DAS PFLANZENREICH IN SEINER RÆUMLICHEN AUSDEHNUNG. (GEOGRAPHIE DER PFLANZEN.)

Verzeihen Sie mir, meine Leser, dass ich ungeachtet der unabsehbaren Grösse, welche der Pflanzengarten der Welt darbietet, dennoch den Muth habe, Sie in demselben herum zu führen, und Ihren Blick, wenn auch nicht nach allen Seiten hin, doch wenigstens nach den Hauptpunkten zu lenken. Alles Grosse erscheint uns ja erst dann in seiner wahren Grösse, wenn wir es aufgefasst haben, und dass das grüne Weltgebäude nicht minder als jedes andere der Beachtung werth ist, darf ich wohl als gewiss voraussetzen. Schon von vorn herein lässt sich vermuthen, dass der Garten, den wir betreten, zwar kein Irrgarten ist, in welchem sich jedoch einigermassen zu orientiren keine so leichte Aufgabe ist. Hätten nicht Männer wie Alexander v. Humboldt, Wallenberg, Schouw, v. Martius, Robert Brown, Wallich, Reinwardt, Blume, Parker-Webb, Desfontaines, Hooker fil., Grisebach u. A. ihn bereits nach so vielen Richtungen durchstreift, wahrlich ich würde es nicht wagen, Ihr Geleitsmann zu sein und hoffen zu dürfen, Sie an das gewünschte Ziel zu bringen.

Durch welche Pforte wir auch eintreten mögen in den Park, welche Wege wir auch einschlagen und verfolgen mögen, so wird sich uns überall dieselbe Wahrnehmung aufdrängen, dass eine bunte Mannigfaltigkeit von Gestaltungen, ein Durcheinanderdrängen der differentesten Formen selbst bis auf den kleinsten Flächenraum der hervorstechendste Zug in dem Charakter der vegetabilischen Welt bilde. Fast möchte man glauben, dass eine Gesetzmässigkeit in der Anordnung der verschiedenen Glieder dieses Weltganzen durchaus nicht vorhanden, ja sogar bei der Unbestimmbarkeit der Entwicklungen einerseits und der Wandelbarkeit äusserer Einflüsse andererseits ganz und gar unmöglich sei. Dem ist jedoch nicht so; denn zeigt sich uns auch allenthalben ein innigeres oder lockeres Durchweben der verschiedensten Formen, so wird doch der Blick gar bald dort und da von gesellig zusammenlebenden, wenn auch nicht ihrer Natur, so doch ihrer Lebensweise und Tracht nach verwandter Pflanzen angezogen, und es erscheint hier eine Flur, dort ein Wald, da eine Haide und Steppe, dort ein Moor, ja selbst an diesen Sammelplätzen ähnlicher Trachten tritt nicht selten das Blutsverwandte enger zusammen und schliesst in seinem vertraulichen Beisammensein alles Fremde mehr oder weniger aus. Ein Tannenforst, ein Küstensaum von Manglebäumen *(Rhizophora Mangle)*, ein Haideland von *Erica* drücken ein bei weitem innigeres Gesellschaftsband aus, als die blumige Alpenmatte, die baumdurchwirkte Aue oder der undurchdringliche Urwald. Diese Verhältnisse sind nicht etwa erst eine Folge der Einwirkung des Menschen, dessen Hand allerdings mächtig in den Bestand der Vegetation eingriff, — sie sind vielmehr als

ursprüngliche aufzufassen, wenigstens vor allem derartigen Einfluss längst stabil geworden. Geschieht auch durch die Benützung des Bodens diesem ursprünglichen Charakter mancherlei Eintrag dadurch, dass durch den Anbau die Geselligkeit einzelner Arten unterstützt wird, so ändert das im Wesentlichen doch wenig, und nur zu bald stellt sich, so wie jener Schutz aufhört, das frühere Verhältniss wieder her. Der Mensch hat als vermeintlicher Herr der Schöpfung bei Benützung seiner Wohnstätte es nur zu oft zu seiner Beschämung erfahren, dass er über die bestehende Anordnung der einzelnen Glieder des Gewächsreiches nur im ganz beschränkten Sinne Meister zu werden im Stande war, ja dass er dort, wo er anmassend Gewalt anzuwenden suchte, wohl gar von einer ihm unbekannten Macht in die Schranken verwiesen wurde. Es zeigt sich nämlich gar bald, dass jedem Gewächse auf der Erde ein bestimmtes Territorium angewiesen ist, das es ohne Gefahr für seine Existenz nicht zu verändern vermag. Sehet die Alpenrose vom Waldbach ins Thal hinabgeführt, wie sie trotz der lauen Lüfte dahinsiecht, betrachtet den aus Westindiens Wäldern vom Golfstrom an die Küsten Norwegens getragenen Samen, wie er, bevor er noch gekeimt hat, schon der Ungunst des Klima's unterliegt! Oder ist etwa die Pflanze des ehrwürdigen Granithauptes, die der Sturm wohlbehalten an den nahen Kalkfels hingeweht, besser daran? oder das im lockeren Sande wuchernde Gras, das die Fluthen in zähen Thon eingebettet haben? — Vergebens scheinen selbst die mächtigsten Kräfte der Natur an dem Bestande der Vegetation anzukämpfen, ohne irgend etwas Wesentliches ändern zu können, und wir sind daher gedrungen, anzuerkennen,

dass es feste Gesetze gibt, nach welchen diesen Pflanzen der, jenen Pflanzen ein anderer Ort ihres Daseins und der Verbreitung angewiesen wurde.

Am einflussreichsten hat sich hierbei unstreitig das Gesetz der Abhängigkeit von der Wärme geltend gemacht. Dem eisernen Scepter dieses Einflusses beugt sich jedwede Pflanze, sie mag von Luft, sie mag von Wasser umfluthet sein. Wenn auch ein gewisses Wärmemass nicht gerade gestaltverwandte Pflanzen vereiniget, so bringt es doch eine Vereinigung von Gewächsen zu Stande, die ihrem Habitus und ihrer Kapazität nach für eben dieses Agens mehr als andere unter einander gleichgestimmt sind. Auf diese Weise tritt in den allerumfassendsten Zügen die Verschiedenheit der Vegetation nach der Vertheilung der Wärme auf der Erde hervor, und wir unterscheiden auf das auffallendste eine Vegetation der Polarländer, der gemässigten Zone, der wärmeren Länderstriche und der Tropengegenden mit noch kleineren Nuancirungen, die zwischen jenen Erdgürteln liegen. Da aber das Wärmemass überall auf der Erde eben so nach der Höhe, wie nach den Breitengraden abnimmt, so entsprechen den in horizontaler Erstreckung auf einander folgenden Vegetationszonen eben solche dort, wo sich die Oberfläche der Erde mehr oder minder bedeutend über das überall gleiche Niveau des Wassers erhebt, und wir haben in unseren Gebirgen von unten nach aufwärts dieselbe Abwechslung der Vegetation, welche die Aufeinanderfolge der Breitenzonen darbietet, nur hier in rascherer Aufeinanderfolge, gleichwie die Abnahme der Temperatur hier ungleich rascher als dort erfolgt. Diesem Umstande ist es demnach zuzuschrei-

ben, dass die Vegetation der Polarländer und der höchsten Bergspitzen der Erde, welche die immerwährende Grenze des Schnees und Eises erreichen, eben so in ihrer Physiognomie übereinstimmen, wie es die Gewächse wärmerer Klimate und der Tropen durch die ganze Erde zeigen. Wie sehr trägt nicht die Vegetation des Feuerlandes, der Staateninsel, der Maluinen, von Kerguelensland und der südlichen Polarländer, die Vegetation der nördlichen Eiszone und die Vegetation unserer mitteleuropäischen Hochalpen, der Anden, des Himalaija u. s. w. einen gemeinsamen Anstrich, der sich nicht blos auf den allgemeinen Habitus, sondern selbst bis auf Familien-, Geschlechts- und Gattungsähnlichkeit erstreckt.

Ein Beispiel geben die allverbreiteten Gattungen *Ranunculus*, *Geranium*, *Epilobium*, *Saxifraga*, *Poa*, *Festuca*, *Carex* u. a. m., die eben so an dem unwirthlichen beeisten Strande von Victorialand und den Spitzbergen, wie auf den öden Klippen der Alpen, der Anden, des Himalaija u. s. w. ihre Repräsentanten haben. Ein Gleiches gilt auch von den übrigen Zonen.

Nächst der Temperatur ist die Beschaffenheit des Bodens, oder in grösserer Allgemeinheit ausgedrückt, die Unterlage, von dem entschiedensten Einflusse auf die räumliche Anordnung der Gewächse. Hat jene die Pflanzen nach gewissen Regionen vertheilt, so ist die Unterlage derjenige Aequator, der sie nach gewissen Distrikten ordnet, und ihnen sogar bestimmte Standorte anweiset. Nach dem Bedürfnisse für spezifische Nahrungsmittel, ungeachtet der überall verbreiteten allgemeinen Nahrungsstoffe, drängen sich die ihrem Naturell nach verwandten Pflanzen immer wieder näher zusam-

men, so wie ihnen jene Bedingungen in einer grösseren oder geringeren Ausdehnung dargeboten werden. Und so theilen sich Land- und Wasserpflanzen und nach dem Unterschiede des Wassers diese weiters in Süsswasser- und Meerespflanzen, so wie die Landpflanzen nach der physischen und chemischen Natur des Bodens in Sumpf-Sand-Fels-Pflanzen, — in Torfpflanzen, Salzpflanzen und in Pflanzen des Kalkes, des Gypses, des Thonschiefers, des Granites u. s. w. Wir ersehen in der grossen Mannigfaltigkeit der physischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens die Bedingungen einer eben so grossen Mannigfaltigkeit der von eigenthümlichen Pflanzen behaupteten Distrikte. Wie einflussreich sich hierin selbst die durch grössere oder geringere Verbreitung und Wechsel gewisser geognostischer Formationen hervorgebrachte Einerleiheit und Verschiedenartigkeit der Vegetation erweiset, zeigt jedes Land, jedes Gebirge.

Wie die Wärme, so ist auch der Wassergehalt der Atmosphäre und die davon abhängige Feuchtigkeit der Luft und des Bodens an gewisse Normen in ihrer Vertheilung über die Oberfläche der Erde gebunden, und sind die Gürtel periodischer Niederschläge nach der Menge des fallenden Wassers auch weniger regelmässig, so scheint darum die Vegetation nicht weniger diesem einflussreichen Momente zu folgen. Nicht nur das Vorhandensein, die Stärke und Ueppigkeit der Vegetation hängt davon ab, sondern auch die Periodicität ihres Erwachens und Schlafens. So wie Wärme und Kälte in und über die gemässigte Zone hinaus ein Stillstehen und Wiederaufleben der Vegetation bedingt, so hat Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft und des Bodens in

den wärmeren Gegenden ein ähnliches Schwanken zur Folge. Dort aber, wo Wärme und Feuchtigkeit sich zugleich in hohem Masse geltend machen, erfolgt auch eine Ueppigkeit der vegetabilischen Decke, die sich eben so in der Mannigfaltigkeit der Formen wie in der Massenhaftigkeit der Individuen ausspricht. Während wir demnach leichten Fusses über Alpenmatten und Wiesengründe der Polarländer hinwegschreiten, müssen wir uns durch das unentwirrbare Gedränge der Urwälder der Tropen wie z. B. Brasiliens, West- und Ostindiens, der Sunda-Inseln u. s. w., ja selbst der feuchten Chonos-Inseln mittelst der Axt Bahn brechen und sind nicht sicher mit jedem Schritte von rankenden, schlingenden, über einander aufgethürmten und schmarozenden Gewächsen umringt und gefangen gehalten zu werden ([36]).

Haben sich nun aber auch alle bisher durchgeführten äusseren Einflüsse als Bedingungen gleichförmiger Gestaltungen der Pflanzenwelt für grössere oder kleinere Distrikte geltend gemacht, und je nach ihrer mehr regelmässigen oder unregelmässigen Vertheilung auf der Erdoberfläche eine bald monotone bald in kleineren Räumen wechselnde Vegetation erzeugt, so ist doch dadurch keine solche Gruppirung der Pflanzen hervorgegangen, dass die ihrem morphologischen Charakter nach verwandten Gewächse darnach in nähere Berührung gebracht worden wären. Die Matten des Nordens werden nicht ausschliesslich hier durch Moose, dort durch Grasarten, an einer dritten Stelle durch doldentragende Gewächse, eben so die Wälder der Tropen hier durch Fikusarten, dort durch Cäsalpinien und Leguminosen u. s. w. gebildet. Ein inniges Vermischen selbst der im Habitus oder in ihrem

Fig. 36.



Naturell verwandten Pflanzen ist durchwegs zu bemerken und bildet einen so hervortretenden Zug in der Physiognomie der

Fig. 36. Ein tropischer Urwald in Brasilien (*Pedra da Onça*) nach Zeichnungen von Benj. Mary. (*v. Martius Flora brasiliensis fasc. X. tab. phys XXXIV.*)

Diese Landschaft stellt eine in die üppigste Vegetation eingehüllte Felsenpartie vor, in deren Tiefen ein kleines Wässerchen rieselt.

Palmen und verschiedene tropische Laubbäume bilden den Holzwuchs.

verschiedenen Pflanzenformationen, dass es nur höchst selten geschieht, wenn nahe verwandte Formen sich ausschliesslich des Bodens bemächtigen oder doch wenigstens vorwiegend erscheinen. Auf dieses Verhältniss des Vorwiegens gewisser durch Verwandtschafts-Gesetze unter einander verbundener Pflanzen beruht zuletzt der Charakterzug, den diese oder jene Gegend, der oder jener Strich Landes erhält, welcher, obgleich er nicht immer scharf in die Augen fällt, doch durch die Beobachtung gefunden werden kann, und der es auch rechtfertiget, die ganze Oberfläche der Erde nach diesen Vegetationseigenthümlichkeiten eben so in Reiche abzutheilen, wie es die Sonderung der verschiedenen Völkerschaften der grossen Menschenfamilie erheischte. So wie wir also ein Reich der Sinesen, der Hindus, der äthiopischen Völker, der Incas u. s. w. haben, eben so gibt es ein Reich der Camellien und Celastrinen, der Scitamineen, der Stapelien und Mesembrianthemen, der Cinchonen, Cacteen u. s. w., wenn auch thatsächlich nicht immer wie dort die Natur hervorragender Völkerstämme so hier die Masse der Pflanzen als massgebend erscheint. Wer wird es leugnen, dass über den letzten Grund der Vertheilung der Völkerfamilien noch ein tiefes Dunkel schwebt, und wer mag es in Abrede stellen, dass uns die Einflüsse, welche diese und keine andere Vertheilung der

---

an deren lebenden und abgestorbenen Stämmen ganze Truppen von grösseren und kleineren krautartigen Gewächsen wuchern, worunter insbesonders die kletternden grossblättigen *Pothos* und *Caladium*, die schönen Blattbüschel der Bromelien und die ähnlich unserem nordischen Baumbart (*Usnea*) von den Aesten herabhängende *Tillandsia usneoides* unser Auge anziehen. Während hier Massen von dürstenden Gewächsen sich nach dem Wasser drängen, scheinen dort andere in die Luft zu entfliehen und sich von Baum zu Baum schwingend das Dickicht nur noch undurchdringlicher zu machen, durch das selbst die glühenden Sonnenstrahlen nur schwer bis an den dampfenden Erdboden gelangen.

Pflanzengruppen auf der Erde bewirkten nicht eben so unbekannt sind. Allerdings mag der Schlüssel für das Verständniss des einen wie des anderen Geheimnisses in den früher durchlebten Verhältnissen zu suchen sein, aber wer möchte nicht vermuthen, dass wie überall in der Natur, auch hier die einfachsten Verhältnisse zum Grunde liegen.

Ist die Pflanzengattung nach ihrer dermaligen Erscheinung, wie wir es wahrscheinlich zu machen suchten, eine Progenies der Altvorderen, und führt diese Annahme zuletzt auf immer wenigere und einfachere Grundtypen, so lässt sich bei den immer grösser werdenden Verbreitungsbezirken, in welchen die Urformen dereinst erschienen, eine eben so grosse Verbreitung aller abgeleiteten Typen als nothwendig erkennen. Wie demnach die Urformen sich die ganze Erde unterwarfen, mussten die sich in steten Gegensätzen bildenden abgeleiteten Typen sich in das Bereich des gesammten Festlandes und der Oberfläche der Erde überhaupt theilen. Es konnten somit nicht irgendwo nur die einen, am andern Erdtheile die andern unter sich verwandten Formen hervorgehen, sondern die grösstmöglichste Mischung derselben musste die Folge sein, abgesehen davon, dass äussere klimatische Boden- und andere Unterschiede die ursprüngliche Differenzirung noch vielfältig unterstützten und erweiterten.

Wenn wir demnach die ursprünglichen Schöpfungsherde der Pflanzengattungen fast gar nicht mehr auszumitteln im Stande sind, so liegt es wahrlich nicht in ihrem Mangel, sondern in dem vielfältigen Verschlingen und Verweben ihrer fortwährend veränderlichen Grenzen, gleichwie die in einem Wasserspiegel durch fallende Körper erzeugten Kreise eben

so schwer der Zahl und der anfänglichen Stelle nach bestimmt werden können.

Aber für das geistige Bedürfniss des Menschen sowohl als für das leibliche ist diese vielseitige Durchschlingung der Vegetation von grossem Vortheile. Während einerseits eben dadurch der Sinn für Einheit in der Mannigfaltigkeit geweckt und geschärft wird, hat es dasselbe Verhältniss möglich gemacht, dass der Mensch sich über die ganze Erde ausbreitete und überall die Bedingungen seiner Existenz finden konnte. Der Irrgarten, als welcher dem Unverstande der Pflanzengarten der Welt erscheint, wird demnach für den Einsichtsvollen in der That zum Ausdrucke der innersten Harmonie, zu einem wahren Eden, für welches ihm nur — die Unschuld fehlt.

SECHZEHNTER BRIEF.

DAS PFLANZENREICH IN SEINER ZEITLICHEN ERSCHEINUNG. (GESCHICHTE DER PFLANZENWELT.)

Schon einige Male sind wir bei dem Eingehen in die ursächlichen Verhältnisse der Erscheinungen der Pflanzenwelt auf die Betrachtung seiner früheren Zustände hingewiesen worden. Die Pflanzenwelt als ein vielgliedriges Ganzes, die Gruppirung der Glieder über die Oberfläche der Erde u. a. m. sind Dinge, die ohne Auffassung des ihnen zum Grunde liegenden Ganges der Entwicklung nie in ihrer wahren Bedeutung erkannt werden können. Dies und mehreres Anderes drängt uns, nicht blos das jugendfrische Antlitz der Pflanzenschöpfung der dermaligen Welt, sondern eben so auch das altergraue der Vorzeit ins Auge zu fassen. Wir dürfen uns aber keinen grossen Gewinn von der Betrachtung des Doppelantlitzes dieses Janushauptes versprechen, wenn wir in dem nach rückwärts blickenden Gesichte desselben etwa nur den unserer Zeitrechnung unmittelbar vorausgegangenen Zustand kennen zu lernen im Stande wären.

Abgesehen davon, dass bei dem Mangel aller historischen Ueberlieferung, aller Denkmäler der Vorzeit ohnehin kein detaillirtes Bild möglich wäre, würde uns dasselbe überdies

wenig lehren, da alle historischen Zeitabschnitte viel zu kurze Perioden umfassen, indem Veränderungen der Art, wie sie im Leben der Gattung vorkommen, unmöglich in so engen Grenzen der Zeit hervortreten können. Nur Perioden, die weit über die historische Fassung der Menschengeschichte hinausreichen, sind allein im Stande, uns über dergleichen Zustände Licht zu verschaffen. Aber indem wir einen so umfassenden Zeitraum für eine erfolgreiche Betrachtung beanspruchen, genügt es uns eben so wenig in jene Zeit hinüberzublicken, die dem Dasein des Menschengeschlechtes unmittelbar vorherging, ja um für jene Zustände der Vegetation einen weiteren Anhaltspunkt zu finden, wird ein Zurückgehen auch auf frühere Zeiträume nothwendig, und so gelangen wir, soll unsere Ansicht vollständig und folgerecht werden, zur Betrachtung einer ganzen Reihe aufeinanderfolgender Perioden bis zu einer Zeit, wo die ersten Pulsschläge des Lebens überhaupt fühlbar geworden sind. Nur in dieser Succession der Zustände des Pflanzenlebens liegt ihre Entwicklungsgeschichte, liegt aber auch das „darum“ auf das „warum“, das wir auf andere Weise nicht zu beantworten vermöchten.

Wenn es als eine ausgemachte Wahrheit zu betrachten ist, dass kein Tropfen Wassers auf der Erde verloren geht, kein Atom des All's verschwindet, dass überhaupt nichts spurlos zu Grunde geht, so liegt in dieser Wahrheit der grösste Trost für diejenige Wissenschaft, die sich die Betrachtung der Begebenheiten, die Veränderungen der Dinge und ihre Schicksale in der Zeit zum Vorwurfe macht. Da jeder Zustand die Folge eines vorausgegangenen Zustandes ist, und dieser immer weiter auf eine Reihenfolge früherer Zustände

hinweiset, so bedarf es nur eines einzigen Schlüssels, um von dem letzten Verschlusse zu dem ersten zu gelangen. Dieser Schlüssel ist jedoch noch für die wenigsten Dinge gefunden, namentlich eben so wenig für die Pflanzenwelt. Statt also aus den dermaligen Zuständen die früheren Zustände zu erforschen, um dieselben als nothwendig vorausgegangene Phasen zu bezeichnen, bleibt uns nichts übrig, als nachzuforschen, ob nicht etwa Monumente vorhanden wären, welche vorausgegangene Schöpfungsperioden hinterliessen, und die durch den Zahn der Zeit vielleicht noch nicht ganz zerstört sind.

Indem wir uns diese antiquarischen Forschungen zum Zwecke machen, gehen wir in der That nicht leer aus. Bei sorgfältiger Durchsuchung der verschiedenen Erdschichten und Gesteinsbauten stossen wir bald auf Münzen mit wohlerhaltenem Gepräge, bald auf Utensilien und Kunstgegenstände mancherlei Art, ja selbst auf Grundvesten von Bauwerken, die uns ein nicht undeutliches Bild einstiger Zustände gewähren. Die Münzen sind für die Geschichte der Pflanzenwelt die Abdrücke von Blättern und anderen Pflanzentheilen, die Utensilien die Versteinerungen, die Grundvesten der Bauwerke die Lager von Steinkohlen, Ligniten u. dgl. Alles dieses spricht aber so zuversichtlich für eine Zeit früheren Daseins der Pflanzenwelt, als in ihren verschiedenen Formen und der Aufeinanderfolge derselben die Phasen ihrer Entwicklung dargelegt sind. —

Das Suchen nach den für den Menschen so nützlichen Metallen hat denselben schon seit den ältesten Zeiten veranlasst, die verborgenen Tiefen der Erde aufzuschliessen, der Hang nach

erhöhtem Wohlstand hat das Bedürfniss hiefür fort und fort vermehrt, und dadurch beigetragen, immer tiefer und allseitiger vorzudringen. Es konnte dabei nicht ausbleiben, wenn die Arbeit von Erfolg sein sollte, in der Kenntniss des Baues der Erdveste, oder wie wir vielmehr sagen sollen, der Erdrinde, immer weitere Fortschritte zu machen. Die hierüber gemachten Erfahrungen zusammengestellt bilden das was man Bergbaukunde, Geognosie, Geologie u. s. w. nennt.

Das ganze Alterthum hat indess für die in den oberflächlichen Erdschichten verborgene Geschichte der organischen Wesen und daher auch der Pflanzen keine Ausbeute gemacht. Das Gold ging ihm über alles; es übersah die verschlossenen Goldklumpen, die neben jenen offen daliegenden Körnern waren. Erst vor einigen Jahrhunderten, in der Zeit, wo der Mysticismus ahnungsvoll und phantasiereich den Schleier der Isis emporzuheben versuchte, fanden versteinerte Muscheln, Gebeine von Drachen und Unthieren eine Beachtung, und eben so ergötzte sich das Auge an den zarten Zeichnungen der Blattformen unbekannter Pflanzen und liess aus dem in Stein umgewandelten Holze Kunstgegenstände mancherlei Art bereiten.

Noch war die Paläontologie, die Vorläuferin einer Geschichte organischer Wesen, kaum ein lallendes Kind. Der grösste Fortschritt geschah erst mit dem durch die Noth gebotenen Aufschluss der Lager fossilen Brennstoffes. Wer hatte noch vor 200 Jahren geahnet, dass in den den Mineralkörpern ganz und gar verwandten Steinkohlen nichts anders als die Reste einer ungeheueren Vegetation der Vorwelt begraben liegen, — wer hätte vermuthet, dass es uns aus den an der

Grenze dieser Lager im tauben Gesteine vorkommenden Abdrücken von Blättern, Rindentheilen, Früchten, Samen u. s. w., so wie aus ihrer hie und da erhaltenen Struktur gelingen würde, ihre Bildungsgeschichte zu lesen, — wer hätte endlich damals die kühne Hoffnung gehegt, daraus sogar einen Massstab für die Zeit zu finden, und die Millionen von Jahren zu zählen, die in der Bildung der Pflanzenwelt der Gegenwart vorausgegangen sind? Haben dem Geschichtsforscher die Geognosten ein immer vollständigeres Bild von der Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten und der Schichtenkomplexe (Formationen) gegeben und die Entstehungsweise derselben anschaulich gemacht, so unterliessen es jene umgekehrt nicht, Schritt für Schritt von den untersten bis zu den obersten Schichten die in ihnen eingeschlossenen, obgleich meist nur in Trümmern, aber dennoch zum Kennen erhaltenen organischen Reste aufzulesen, sie unter einander zu vergleichen, zu ordnen und sich durch diese bedeutungsvollen Wraks früherer Schöpfungsperioden einen Ueberblick sämmtlicher Wesen und ihrer Formen zu verschaffen.

Es stellte sich gar bald die unzweifelhafte Wahrnehmung heraus, dass die Pflanzenwelt so wie die Thierwelt von den frühesten Weltaltern an bis jetzt einen mächtigen Umschwung erlitten haben. Alle Zweifel über die Unvollständigkeit unserer Untersuchungen wurden gelöset, und wenn uns gegenwärtig auch nicht das ganze Materiale vor Augen liegt, woraus die heutigen Schöpfungen der Pflanzenwelt ihren Reichthum entfalteten, so sind uns doch die wesentlichen Glieder jener bis in undenkliche Zeiten hinabgehenden Vegetation sicherlich nicht mehr verborgen.

Aus der Zusammenstellung aller bisher gelieferten Beiträge von Sternberg und Lindley bis Ad. Brongniart und Göppert geht für die Entwicklungsgeschichte der Vegetation als sicher hervor, dass mit den sieben grossen geologischen Perioden (die jetzige mit eingerechnet), auch die Pflanzenwelt, die in sieben grössere Abstufungen zerfällt, nur stufenweise sich nach und nach hervorgebildet hat.

Zeichnet sich die erste oder die Uebergangsperiode durch den vorherrschenden Charakter der allereinfachsten Gewächse aus, so ist es die Steinkohlenperiode, die durch das Ueberwiegen der sogenannten Gefässkryptogamen, die Triasperiode durch die Monocotyledonen, die Juraperiode durch die nacktsamigen Pflanzen u. s. w. bis zur heutigen siebenten Periode, die durch den überwiegenden Einfluss der dialypetalen Pflanzen bestimmt wird. Diese Untersuchungen zeigen ferner ganz klar, dass selbst die erste der Schöpfungsperioden mit einer Summe von Pflanzenformen begann, die massgebend für alle übrigen sein konnte, d. h. in welcher die Keime für alle später erfolgten Entwicklungen zu finden sind, mit einem Worte, mit Pflanzen, die in der That als wahre Urformen anzusehen sind. Es liegt also der Pflanzenwelt im Ganzen nicht etwa eine einseitige lineare Entwicklung zum Grunde, sondern eine allseitige, strahlenförmige Ausbreitung, und in jenen Urbildern ist der ganze Inhalt der Jetztvegetation, wie in einer nach flüchtigen Umrissen entworfenen Kreidezeichnung enthalten ([37]).

Konnte es sich bei diesem steten aus sich Herausgehen der Vegetation, welche sich nach und nach in den Schöpfungs-

Fig. 37.



EIN CALAMITENWALD DER STEINKOHLENPERIODE.

perioden versinnlichte, anders kommen, als dass mit der Entstehung neuer Formen die früheren allzumal ihr Ende, ihr Erlöschen fanden. So schreitet die Idee der Pflanze, wie früher von Zelle zu Zelle, von Blatt zu Blatt, von Spross zu Spross, von Individuum zu Individuum auch hier in stetem Absterben und Neuerzeugen der Geschlechter in ununterbrochenem Wellenschlage der Verjüngungen vorwärts, eine Schöpfungsperiode um die andere bedingend, jede neu, jede fremd, jede aus den früheren verwandten aber durchaus veredelten Elementen hervorgehend.

Wie ganz anders erscheint uns nun die Pflanzenwelt der Gegenwart, sie, die durch Tausende ungenügender Versuche zu ihrer gegenwärtigen Vollkommenheit und ihrer weitumfassenden Verbreitung herangereift, in der Mannigfaltigkeit ihrer Geschlechter ihre ganze Geschichte in sich abspiegelt. Kann uns der bisher unerklärte Eindruck, den ein Farnkraut, ein Nadelwald, ein Cycadeenbusch, ein Grasfeld auf uns macht, in seiner letzten Bedeutung noch verborgen bleiben? Ist es nicht das längst verschlossene Grab der Steinkohlenflötze, das

---

Fig. 37. Man sehe beiliegendes Bild, welches einen Calamitenwald der Steinkohlenperiode darstellt. Es gehört diese seltsame Vegetation dem Jugendalter unseres Planeten an, in welchem zwar schon die vier grossen Hauptgruppen der Pflanzen-Gestaltung (*Thallophyta*, *Acrobrya*, *Amphibrya* und *Acramphibrya*), von letzterem jedoch nur die erste Abtheilung (*Gymnospermae*) entwickelt waren.

Ausser den schachtelhalmähnlichen Bäumen, einigen Farnkräutern und Farnbäumen und der seltsamen *Stigmaria ficoides*, welche versumpfte Stellen bewohnte, sehen wir hier noch kein edleres Gewächs, nicht einmal einen kätzchentragenden Laubbaum.

Der Einbruch einer Wassermasse stürzt die hochwüchsigen, hohlen und brüchigen Calamiten-Stämme leicht über einander, und vermehrt so wie Windbrüche auf unseren Torfmooren die Pflanzenmasse, die sich nach und nach in Steinkohle verwandelt. Eine trostlose Oede, von keinem höher belebten thierischen Wesen bevölkert, scheint sie so recht eigentlich zu einer Wahlstätte auserkoren, auf der durch Jahrtausende fort und fort die wildesten Stürme sich unversöhnt begegneten.

sich hier aufthut, das geheimnissvolle Dunkel der Jurazeit, der Triasperiode, das uns aus denselben anspricht? Wie alle Trümmer untergegangener Grössen etwas Klagendes an sich haben, so können die letzten Reste jener dahinsiechenden Formen ebenfalls nicht anders als im Tone der Wehmuth zu uns reden.

Diese Sprache gemischt mit der heiteren der in höchster Entwicklung begriffenen Formen ist der wunderbarste Kontrast, der durch das Auge in unser Ohr dringt, und erklärt besonders bei empfindsamen Menschen vielleicht allein das Wohlgefallen und das Missbehagen, das die eine und die andere Pflanze in ihnen hervorbringen; für den denkenden Menschen aber ist und bleibt es immerhin eine Aufforderung, sich in die Tiefen ihres Seins und ihrer Bedeutung zu versenken. —

Wir haben die Pflanze anfänglich mit einem Baue verglichen. Die elementare Zusammensetzung aus Zellen, ihre Verbindung und Anordnung zu Massen, der Aufbau ihres Leibes in der Form übereinander gestellter Stockwerke, alles das lässt vielfache Vergleichungen mit der Konstruktion von Bauten zu. Es ist aber noch ein Vergleich, der nicht minder als die vorhergehenden passt, übrig, es ist der Vergleich der verschiedenen Baustyle und ihrer Ornamentik mit dem historischen Charakter der Vegetation.

Gleichwie sich jener aus den einfachsten Formen entwickelte und allmälig in den indischen, egyptischen, malayischen und in den antiken Styl der klassischen Völker des Alterthumes überging, aus welchen sich der byzantinische, der maurische, der gothische und alle modernen Baustyle hervorbildeten, so sehen wir auch den Baustyl der Pflanzenwelt vielfach geändert. Und wie es uns seltsam ergreift, wenn

wir neben den halbversunkenen Bauwerken der Tolteken das leichte, lichte Dach der Romanen, neben den Tempeltrümmern ihrer Herrschaft baren Götter, das verschlossene Häuschen, neben den Königsgräbern und Pyramiden die ärmliche Strohhütte erblicken; so ist der Eindruck kein anderer, als wenn wir im Schatten absterbender Nadelwälder die lächelnde Rose, im altergrauen Eichenhain das heitere kleine Veilchen bemerken, und die Aufgabe, das Leben nur für eine vorübergehende Form des Daseins zu nehmen, tritt klarer in den Vordergrund der Empfindung.

SIEBENZEHNTER BRIEF.

WESEN DER PFLANZE. — ANKNÜPFUNG AN DIE SCHŒPFUNGSIDEE.

Eines, und zwar das Wesentlichste, ist noch übrig, um das Bild, welches wir von der Pflanze zu entwerfen suchten, zu vollenden, — das ist ihre Stellung in der Reihe der organischen Wesen überhaupt, in der sie selbst wieder nur ein Glied ausmacht.

Nicht bloss im Organismus der Pflanze als Einzelwesen, im Leben der Gattung so wie des gesammten Pflanzenreiches hat sich die innigste Verkettung aller Einheiten kund gegeben, es scheint, dass sich dieses Band noch weiter hinauszieht und zunächst ein Wesenreich berührt und durchschlingt, das weit über die stille in sich verschlossene Pflanze hinausreicht.

Wie enge diese Berührung zwischen Pflanze und Thier, wie innig die Durchdringung sowohl in materieller als ideeller Richtung zwischen beiden ist, möge mir zum Schlusse etwas näher zu beleuchten erlaubt sein.

Schon seit Langem bildete die scharfe Abmarkung beider Gebiete des Lebens eine Hauptaufgabe für alle Jene, die gewohnt sind, alles nach fest bestimmten Normen zu betrachten. Die vulgären Begriffe von Pflanze und Thier, mit denen man wohl auslangt, wenn man sich in den mittleren Theilen ihres Bereiches bewegt, schienen nicht mehr auszureichen, so

wie man sich den Grenzen näherte. Ein vielfaches Ineinandergreifen der Marken schien um so deutlicher hervorzutreten, je emsiger man bemüht war, sowohl im Baue und in der chemischen Constitution als in den Lebensäusserungen sichere Unterschiede auszumitteln. Einmal glaubte man in den Elementartheilen und der Art ihrer Vervielfältigung, im Baue und in der Anordnung der Organe einen Unterschied zwischen Pflanze und Thier zu finden, ein anderes mal versprachen die Stoffverhältnisse beider sichere Grenzscheiden, und wenn das nicht, sollten doch in den Lebenserscheinungen derselben, namentlich in den Bewegungsphänomenen solche Merkmale liegen, die es nicht zweifelhaft liessen, ob sie von einem pflanzlichen oder thierischen Organismus ausgingen. Man kann wirklich sagen, Anatomen, Chemiker und Physiologen haben mit vereinten Kräften Pflanzen und Thiere auf die Folter gespannt, um sich eine bestimmte Antwort auf diese Frage zu erzwingen. Allein was war die Folge? Während man mit allem Scharfsinn die einmal bestimmten Grenzen festzuhalten suchte, geschah durch Entdeckungen, sowohl von Seite der Chemiker als der Physiologen, ein Einbruch um den andern in die gegenüber stehenden Gebiete, so dass man gegenwärtig in der Lösung des Problems um keinen Schritt weiter gekommen ist. Es stellte sich vielmehr heraus, dass jeder Versuch der Art ein Kriegszug in einem Nebellande ist, wo sich beide Parteien nicht bloss gegenseitig, sondern auch unter einander aufreiben. Lassen Sie mich daher, meine Leser, nicht Theil nehmen an diesem unerquicklichen, fruchtlosen Streite, sondern vielmehr von sicherem Porte aus diesen Kämpfen zusehen, und vielleicht eben daraus Massregeln entnehmen, wie die widerstreitenden Ansichten zu vereinigen wären.

Bei Schlichtung jedes Zankes, bei Lösung jedes Problemes kommt es darauf an, die Fragen so einfach wie möglich zu fassen, jede die Aufmerksamkeit vertheilende Complikation zu vermeiden und den Gegenstand so nackt als es geht hinzustellen. Um dies auf unsern Fall anzuwenden, werden wir klug thun, die Pflanze nicht als fertiges ausgebildetes Wesen dem fertigen vollendeten Thiere gegenüber zu stellen, eben so wenig in den noch complizirteren Lebenskreisen beider Anknüpfungspunkte zu suchen. Wir werden dem Ziele unstreitig näher rücken, wenn wir uns in das Gebiet der Elementartheile begeben, und diese etwas näher prüfen.

Wie wir bereits schon aus dem Vorhergehenden über die Pflanzenzelle unterrichtet sind, so ist sie es, welche alle Theile der Pflanze bildet, alle Organe zusammensetzt und den ganzen Betrieb der Lebensökonomie der Pflanze regelt. Die Zelle ist, wie wir bereits mehrmals darauf hinwiesen, das Faktotum, ohne dem die Existenz der Pflanze unmöglich wäre. Die Zelle ist aber zugleich noch mehr, wenn wir von dem Individuum absehen. Sie ist in der Fortpflanzung der Gewächse das Band, das ein Individuum an das andere kettet, und also das Leben der Gattung ermöglichet, sie ist aber ohne Zweifel zuletzt auch jener Proteus, der über die Gattung hinaus die höhere Gliederung des Pflanzenreiches in Geschlechter, Familien, Ordnungen u. s. w. vermittelt. Mit einem Worte, die Zelle ist nicht blos der Ausgangspunkt jedes individuellen Lebens der Pflanze, sie ist auch zugleich der Ausgangspunkt des Lebens der Gattung und aller höherer Einheiten, ja sie ist in der letzten Instanz gewiss auch der Ausgangspunkt des Pflanzenreiches selbst, und sohin auch der Pflanzennatur.

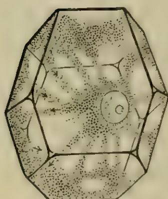
In der Zelle also, und in nichts anderem, ist die Conzentration des gesammten Wesens der Pflanze zu suchen.

Bisher haben wir nur einen flüchtigen Blick in die Natur und Einrichtung der Zelle gethan. Es lohnt sich nun wohl noch der Mühe, etwas tiefer in das Heiligthum des Bereiches einer so ungeheueren Wesenreihe einzugehen.

Die Zelle ist ein Bläschen für ein gewöhnliches Auge unkenntlich. Wenn wir dasselbe aber wenigstens 300 bis 400 Mal vergrössern, so finden wir an ihm nicht blos einen von der starren Begrenzung verschiedenen flüssigen Inhalt, nicht blos Bildungen, die nach Innen und Aussen abgesetzt werden, und dadurch zu ihrer anatomischen sowohl, als chemischen Verschiedenheit beitragen, sondern wir sehen unter günstigen Verhältnissen zum Theil das Getriebe dieser kleinen Wirthschaft selbst.

Betrachtet man die unverletzte Zelle noch in ihrer vollen Wirksamkeit, wie sie in ihrer Jugend erscheint, so ist zwischen Inhalt und Grenze noch kein Unterschied zu gewahren; im Inhalte selbst aber scheint sich gar bald ein Lebensmittelpunkt in Form eines winzigen Bläschens hervorzubilden. Dieses Bläschen, Zellkern genannt, bringt aber gleich bei seiner Entstehung eine merkwürdige Scheidung des halbflüssigen Inhalts hervor. Es trennt sich nämlich eine zähe, flüssige, körnige Substanz von der übrigen, die mehr wässeriger Natur erscheint. Jene, *Protoplasma* genannt, sammelt sich sowohl um den Lebensmittelpunkt als an der Peripherie, und setzt überdies Beide durch viele radienartige einfache und verzweigte Fäden mit einander in Verbindung.

Es ist ein entzückendes Schauspiel in der so weit fertigen Zelle das Treiben und Wogen dieses Lebenssaftes vom Mit-


Fig. 38.

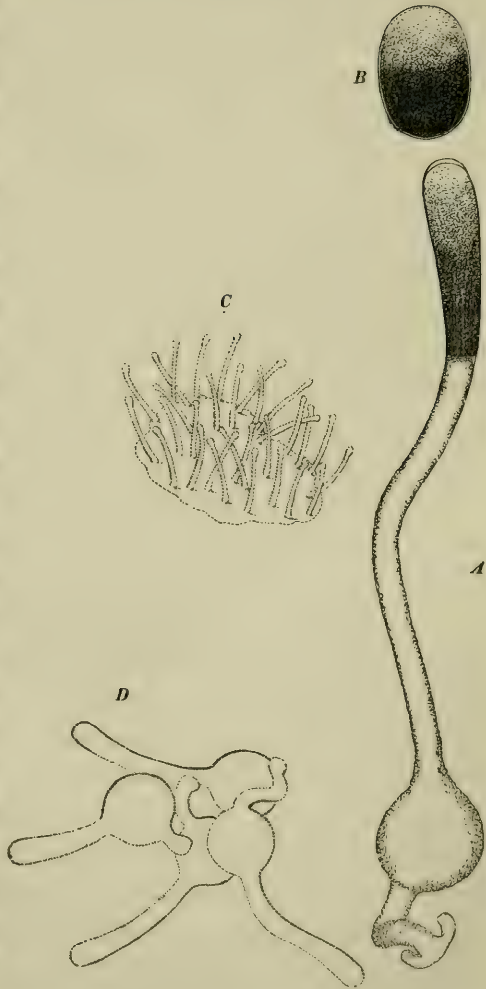
telpunkte zur Peripherie und umgekehrt zu beobachten ([38]).

Die mannigfaltigsten Bewegungen, selbst die entgegengesetzten Richtungen, werden hart an einander in denselben Strömungsfäden wahrgenommen. Alles rührt sich, Alles bewegt sich in diesem *Protoplasma*, indess der übrige Theil bewegungslos verharret, und nur hie und da in den Strom mit hineingerissen wird. Keine pulsirende Ader bewegt diese Ströme, kein Pumpwerk treibt sie vom Mittelpunkte der Zelle weg und wieder zurück. Diese merkwürdige Substanz, dieses sich selbst bewegende Rad ist eine Proteïnsubstanz, enthält also dieselbe Stickstoffverbindung, wie sie in jedem Thiere vorkommt.

In manchen Fällen (so weit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, nur bei niederen Pflanzen) geht die Ausbildung jenes *Protoplasma* an der äusseren Grenze noch weiter.

Nicht ein blosses Bewegen der flüssigen Masse, sondern ein Hervorbilden von fadenförmigen halbfesten Fortsätzen, welche noch andere Bewegungen als die des Kreislaufes auszuführen im Stande sind, gehen vor sich. Werden dergleichen Zellen durch Oeffnung der Mutterzellen, in welchen sie sich gebildet haben, frei, so führen sie auch von dieser ganz unabhängige Bewegungen aus, und sind sie im Wasser, schwimmen sie auch frei in demselben herum ([39]). Die Wimperfäden an ihrer Oberfläche dienen ihnen dabei eben so zu Ruderwerkzeugen, wie die Cilien und Haare den Infusorien. Weder die Form noch die chemische Beschaffenheit, noch das Contraktionsvermögen, ohne dem ja jene Wimper- oder Flimmerbewegung undenkbar wäre, unterscheiden diese Pflanzenzellen von ähnli-

chen Thierformen, ja selbst Pigmentstellen scheinen als Andeutungen von Licht empfindenden Organen sie mit denselben nur um so enger zu verbinden.



Allein dieser Schwung des Lebens findet in der Pflanzenzelle bald sein Ende, bei den bewimperten schwärmenden Zellen früher als bei den übrigen. Nach kurzer Zeit schon ziehen sich diese Fühlhörner, mit denen sie tiefer in die äussere Welt als mit der Wurzel einzudringen sucht, wieder ein; die Zelle wird wieder glatt und es scheidet sich bald auf ihrer Oberfläche Zellstoff ab, der die Einkerkerung derselben vollkommen macht.

Fig. 39. *A* Eine junge wenige Tage alte Pflanze von *Vaucheria clavata Agdh.* im Zustande der Fruchtreife, d. i. nahe daran, ihre erste Keimzelle auszustossen. *B* die Keimzelle, nachdem sie den Mutterschlauch verliess,

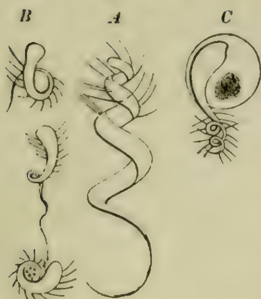
Zwar dauert das lustige Spiel der Bewegungen auch unter der starren Hülle der Zellmembran noch durch kürzere oder längere Zeit fort, und es geht vorzüglich um diese Zeit durch Bildung neuer Lebensmittelpunkte die Fortpflanzung der Zelle vor sich, allein bald erlöscht auch dieses Flämmchen und die siegreichen Kräfte der Massenanziehung, der Affinität u. s. w. ziehen die Zelle nach und nach in das Reich der anorganischen Welt herab.

Nur wenigen Zellen im Pflanzenleibe scheint es indessen vorbehalten zu sein, diese kräftige Lebensregung, wenn auch nicht für die ganze Dauer, so doch wenigstens für einige Zeitmomente zur Schau zu tragen. Es sind die Fortpflanzungszellen. Während alle Dauerzellen nur in der Bewegung ihrer Säfte ihre höhere Natur zu offenbaren im Stande sind, sprengen die Fortpflanzungszellen alle Bande und geben sich, wenn auch nur auf Momente, der freiesten Bewegung hin.

In einigen Reihen des Gewächsreiches, wo, wie wir sahen, der Geschlechtsdualismus noch nicht ausgebildet erscheint, werden dergleichen Fortpflanzungszellen zu Schwärmzellen, in anderen Reihen gelangt zwar die eine Fortpflanzungszelle nicht zu solcher Freiheit, desto ungezügelter bewegt sich aber die zweite in die Länge gestreckt als Samenfaden ([40]), deren Bewegungen noch lange nicht in ihrem Zusammenhange mit der Befruchtung erkannt sind. Im Mittelpunkte des Gewächsreiches endlich, wohin alle höher entwickelten Pflanzen gehören, ist diese ursprüngliche Lebensrichtung unter dem Panzer

---

frei herumschwimmend. Die äusserst feinen wimperförmigen Fortsetzungen der Haut, durch deren Schwingungen die Bewegung hervorgebracht wird, sind in *C* über 1000mal vergrössert dargestellt. Man sieht, dass dieselben von gleicher Grösse sind, und die ganze Oberfläche der eiförmigen Zelle bedecken. *D* Eine Gruppe junger keimender Pflänzchen derselben Art bei schwacher Vergrösserung.



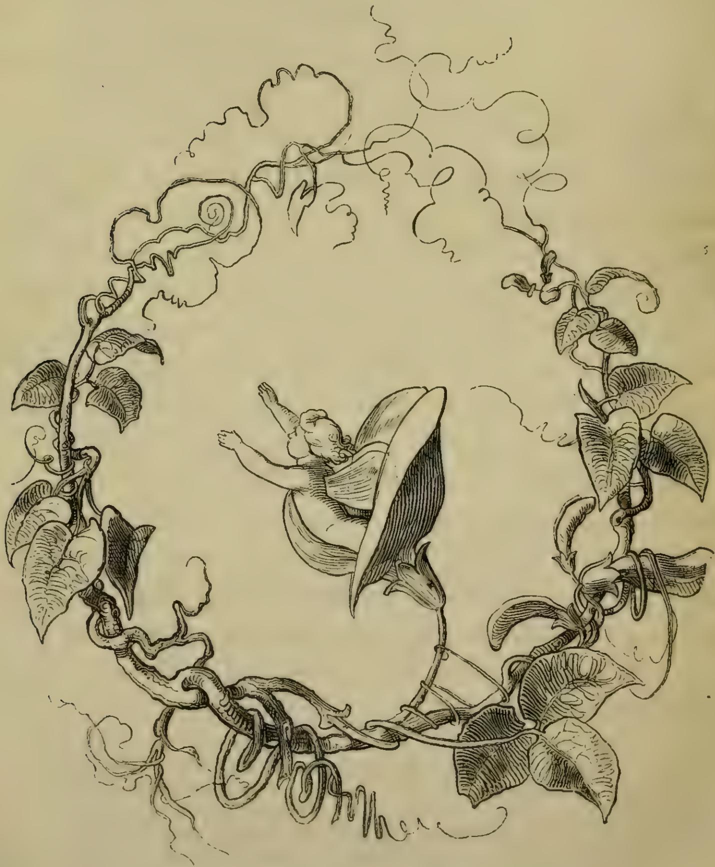
der Zellhaut fast ganz erstickt und unkenntlich geworden. Wenn diese höhere Lebensrichtung der Zelle, wie wir sehen, eine so durchgreifende Erscheinung im Reiche der sprossenden Wesen ist, aber in so ungleicher Intensität erscheint, so kann man wohl sagen, dass die Ausbildung der Pflanze mehr von einer freieren Natur ab- als hinzuführt, und in so ferne sind sich Pflanzen- und Thierorganismus widerstrebende, sich von einander entfernende Aeusserungen eines allgemeinen Naturlebens. Sie sind aber eben so gewiss im Ursprunge gleich, als gerade hier alle Grenzen verschwimmen und der eine in den anderen übergeht.

Der Schlüssel zu dem Geheimnisse des Pflanzenlebens liegt somit offenbar in dem ursprünglich gleichen Lebensgrunde der Thier- und Pflanzenwelt, aus dem zwar Beide entsprossen, aber sich nach verschiedenen Richtungen abzweigen.

Die thierische Natur ist in der Pflanze gleichsam gefangen genommen und diese Verkerkerung spricht sich in all' ihrem Sein, in ihrer Bildung und Beziehung zur Thierwelt aus. Es sind die Thränen der Kypris, das Blut des schönsten Jünglings, die in Form und Farbe der Blume uns Wehmuth zuflüstern. Die klagende Dryade drückt die ganze Seele der Pflanze aus. —

Fig. 40. *A* Ein Samenfaden von *Asplenium septentrionale* von der Mutterzelle, in der er entstanden ist, befreit, sich im Wasser mit Hülfe der Wimperfäden rascher bewegend. Die Vergrösserung beträgt das 1200-fache der natürlichen Grösse. *B* Drei Samenfäden von *Equisetum arvense* in verschiedenen Lagen, gleichfalls von der Mutterzelle frei. Die Vergrösserung beträgt nur 500. *C* Ein Samenfaden eben der Mutterzelle entschlüpfend, von derselben Pflanze. (Nach W. Hofmeister).

So erreicht die Pflanze ihre Weltbestimmung in melancholischer Verschlossenheit. Aber derselbe gefesselte, schlummernde Weltgeist, der hier kaum zu athmen wagt, ist es, der im Thiere die Bande auf immer sprengt, und endlich im Menschen sein Halleluja singt.



'piess, Carl, gründliche kurzgefasste Anleitung zur Obstbaumzucht in Gärten und auf freiem Felde. Für Freunde der Obstkultur verfasst. gr. 12. 1848. br. 40 kr. — 15 Ngr.

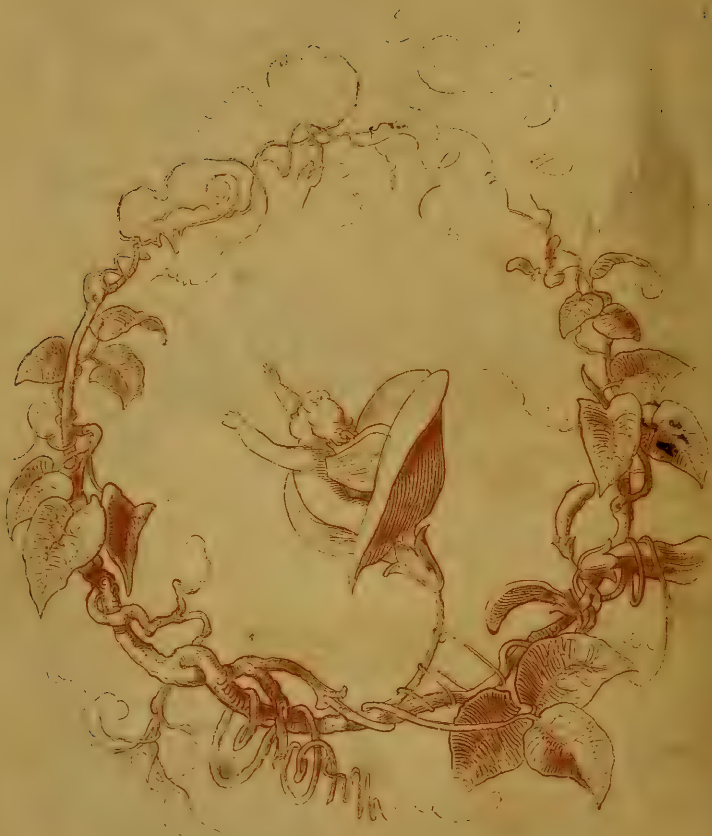
.pper, C. L., medicinisch-pharmaceutische Botanik oder Beschreibung und Abbildung sämmtlicher in der neuesten k. k. österreich. Landes-Pharmacopöe vom Jahre 1836 ausgeführten Arzneipflanzen; in naturhistorischer, phytographischer, pharmacognostischer und pharmacodynamischer Beziehung, mit besonderer Rücksicht auf die botanisch-pharmaceutischen Synonyme und Verfälschung oder Verwechslung der abgehandelten Arzneistoffe. Mit ganz getreu gezeichneten und fein colorirten Abbildungen. Zum Gebrauche für angehende und ausübende Aerzte und Pharmaceuten. 1. u. 2. Band. gr. 4. 1841—1842. brosch. 30 fl. — 20 Rth.

---

ger, Fr., Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse, pathogenetisch und nosographisch dargetellt. Mit 7 Kupfertafeln. gr. 8. 1833. Mit schwarzen Kupf. 3 fl. — 2 Rth.
Mit illum. Kupfer. br. 3 fl. 45 kr. — 2 Rth. 15 Ngr.

– Grundzüge der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. gr. 8. 1846. 2 fl. — 1 Rth. 15 Ngr.

., L. G. v., Anleitung zum gründlichen Studium der Botanik. Mit einer Uebersicht über den Bau naturhistorischer Klassifikationssysteme, einer Kritik des Jussieu'schen und den Grundzügen eines neuen natürlichen Systems. gr. 8. 1818. 2 fl. 12 kr. — 1 Rth. 22 Ngr.



Druck von Carl Gerold & Sohn.

